This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

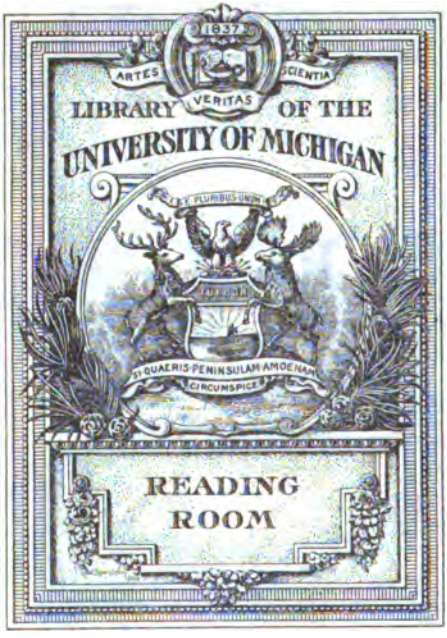
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

BUHR B

a39015 00000789 1b


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
READING
ROOM

Forestry
SD
531
.B35
1891

Die

Holzmeßkunde.

1123/2.

Anleitung

zur

Aufnahme der Bäume und Bestände

nach Masse, Alter und Zuwachs

von

Dr. Franz Baur,
o. ö. Professor der Forstwissenschaft an der Universität München.

Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 86 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., 10 Hedemannstraße.
1891.

Seinem hochgeehrten Freunde und früheren Vorgesetzten, dem im 80. Lebensjahre stehenden Senior der deutschen forstlichen Schriftsteller, dem unermüdlichen, ritterlichen und erfolgreichen Kämpfer für die Interessen des in wirtschaftlicher und sozialpolitischer Beziehung gleich wichtigen Waldes,

Herrn Heinrich Bose,

Großh. Hess. Oberforstdirektor i. P. in Darmstadt,

in Liebe, Hochachtung und Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die nachfolgende Anleitung zur Aufnahme der Bäume und Bestände nach Masse, Alter und Zuwachs habe ich, so lange ich diesen Gegenstand an hiesiger Fachlehranstalt vorzutragen hatte, meinen Zuhörern im Auszuge als Diktat mitgeteilt.

Wenn ich mich endlich zur Herausgabe dieser Schrift entschlossen habe, so geschah es teils in der Absicht, mir das Diktieren und meinen Zuhörern das mühesame und zeitraubende Niederschreiben zu ersparen, teils in der Überzeugung, daß über diesen wichtigen Zweig der Forstwissenschaft kein den jetzigen Anforderungen entsprechendes Lehrbuch vorhanden sei.

Hält man nämlich eine Rundschau über die wenigen selbständigen Schriften über Holzmeßkunde, so macht man die Bemerkung, daß die mehr elementar gehaltenen, vorzugsweise für den Schüler und ausübenden Beamten berechneten, veraltet sind und dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft nicht mehr entsprechen. Dagegen befriedigen die wenigen wissenschaftlicher gehaltenen älteren Werke, wegen zu reichlichem Formelschmuck, weniger den Anfänger und ausübenden Forstbeamten.

Ein Buch, welches die bis in die neueste Zeit bekannt gewordenen Methoden der Massen-, Alters- und Zuwachsbestimmung bei wissenschaftlicher Haltung in einfacher, klarer und kritischer Beleuchtung behandelt, existiert nicht. Das Material lag seither in forstlichen Schriften und Journalen zerstreut und war vielfach nur einem engen Leserkreis aufgeschlossen. Die Kraft zur Herbeischaffung und Verarbeitung der Bausteine zu einem gutgegliederten und harmonischen Baue fehlte seither.

Wenn ich bei der Bearbeitung vorliegender Schrift vorwiegend die Bedürfnisse der hiesigen Anstalt im Auge hatte, so lag es doch auch in meiner Absicht, die eben berührte Lücke nach Kräften auszufüllen. Meine Arbeit dürfte sich daher auch als Lehrbuch für andere

Forst-Lehranstalten, und da sie keine hohen mathematischen Ansprüche macht, insbesondere auch zum Selbststudium eignen.

Dem reiferen Teile meiner Fachgenossen dürfte ich vielleicht manchmal etwas zu breit geworden sein. Man möge diesen mir wohlbewußten Fehler damit entschuldigen, daß ich bei dem größten Teile der in hiesige Lehranstalt eintretenden Studierenden nicht einmal die Grundlehren der Geometrie und niederen Algebra ganz voraussetzen durfte.

Zur weiteren Kennzeichnung meines Standpunktes erlaube ich mir den geneigten Leser noch darauf hinzuweisen, daß ich keine Instruktion, sondern ein Lehrbuch der Baum- und Bestandesschätzung schreiben wollte. Dies auch der Grund, warum in nachfolgender Schrift eine Anzahl Methoden aufgenommen wurden, welche nach meiner Ansicht für die Praxis von keinem oder nur ganz untergeordnetem Werte sind.

Zur besseren Orientierung des Anfängers in dem behandelten reichen Material, und zur Klarstellung der wahren Bedeutung der mitgeteilten einzelnen Methoden, habe ich über den Wert oder Unwert einer jeden derselben an passender Stelle ein kurzes, überzeugungstreues Urteil abgegeben. Ich sehe daher auch jeder sachlichen Berichtigung meiner Urteile dankbar entgegen.

Nach einer ganz neuen Baum- oder Bestandes-Schätzungsmethode sucht der Leser dieser Schrift vergebens; denn ich ging bei Abfassung derselben von der Ansicht aus, daß zunächst an Schätzungsmethoden und Kubierungsregeln kein Mangel, sondern Überfluß sei. Nach meiner festen Überzeugung reichen das Draudt'sche Verfahren und nach dem Prinzipe der bayerischen Massentafeln aufgestellte Schätzungsmittel für alle Zwecke und Zeiten vollständig aus. Mein Streben war, wie bemerkt, vorzugsweise darauf gerichtet, das vorhandene Material mehr zu ordnen und zu sichten, und die Vorzüge und Mängel der einzelnen Schätzungsweisen schärfer hervorzuheben, als es in den bis jetzt erschienenen Werken geschehen ist. Wenn mir bei den vielen widersprechenden Ansichten, welche in diesem Fachzweige leider noch bestehen, auch nur ein größerer Ausgleich derselben durch mein Buch gelingen sollte, so sind Mühe und Arbeit nicht vergeblich gewesen.

In wie weit meine Arbeit neue Beobachtungen und selbständige Untersuchungen enthält, wird der mit der Literatur bekannte Leser zu beurteilen vermögen.

Den vorkommenden Messungen und Rechnungen wurde, wenn nicht ausdrücklich ein anderes bemerkt ist, das österreichische Maß zu Grunde gelegt, welches bekanntlich, insoweit es hier in Anwendung kommt, von dem preußischen nur wenig abweicht.

Schon kurz nach Beginn des Druckes dieser Schrift habe ich mich entschlossen, da die Aussichten für einen definitiven Fortbestand der böhmischen Forstschule immer schlechter wurden, meine hiesige Stellung niederzulegen und in den großh. hess. Staats-Forstdienst zurückzutreten, welche Mitteilung zu machen ich mich namentlich meinen Freunden und Bekannten in Österreich gegenüber verpflichtet fühle.

Weißwasser in Böhmen, am 20. März 1860.

Dr. J. **Baur.**

Vorwort zur vierten Auflage.

In dem Bedürfnisse nach einer vierten Auflage meiner Holzmeßkunde erblicke ich den Beweis, daß dieselbe immer noch ihre Anziehungskraft ausübt. Studierende, Praktiker und für mich maßgebende Kritiker rühmten seither an meinen Büchern namentlich die einfache und leichtverständliche Darstellung und praktische Behandlung des Gegenstandes. Ich war daher auch bei der neuen Bearbeitung bemüht, diesen Charakterzug meiner seitherigen literarischen Thätigkeit beizubehalten und konnte mich um so weniger entschließen, an die Leser höhere Anforderungen zu stellen, als ich nach 35jähriger Lehrthätigkeit die Überzeugung gewann, daß einfachere Wege oft besser zum Ziele führen, und das Betreten derselben schon deshalb immer wünschenswerter wird, weil durch die fortwährende Erweiterung der Grund- und Hilfswissenschaften das forstliche Studium jetzt schon bedenklich große Dimensionen angenommen hat.

Dagegen war ich bemüht, die Ausdrucksweise noch weiter zu kürzen, Winke wohlwollender Kritik dankbar zu benutzen und die neue, sehr umfangreiche Literatur nach Kräften im Interesse des Buches zu verwerten. In letzterer Beziehung hatte ich in meinem vorgeschrittenem

Alter gehofft, durch die in den letzten Jahren erschienenen Schriften und Leitfaden der Holzmeßkunde wesentlich erleichtert zu werden. Leider gingen aber meine Erwartungen nicht in Erfüllung; denn mit wenigen Ausnahmen fand ich in denselben den gleichen Stoff, nur in etwas anderer Gestalt wiedergegeben, welchen ich seither schon in diesem Werke und in anderen meiner Schriften behandelt habe.

In keiner forstlichen Disziplin wurde in den letzten Jahren mehr geforscht, als in der Holzmeßkunde. Die Arbeiten verschiedener Mitglieder der deutschen forstlichen Versuchsanstalten wirkten sehr förderlich. Ich war daher auch zur Ergänzung und Umarbeitung einzelner Abschnitte genötigt. Eine namhafte Erweiterung erfuhr die Instrumentenlehre, eine Umarbeitung erforderte die Lehre von den Formzahlen, Massentafeln, der Bestimmung der mittleren Bestandeshöhen und Bestandesalter u. s. w. Überhaupt wird sich in dem jetzt vorliegenden Werke kaum eine Seite finden, auf der nicht kleinere oder größere Änderungen vorgenommen wurden.

Um den Umfang des Buches nicht wesentlich zu erweitern, wurden in demselben viele Abstriche gemacht, Beispiele, Litteraturnachweise u. s. w. in kleinerem Drucke beigefügt. Endlich habe ich mir gegenüber ausgesprochene Wünsche nach Möglichkeit gewürdigt und so hoffe ich mein Werk nach zurückgelegten vierzig Dienstjahren noch einmal in ein Gewand gebracht zu haben, in welchem es, bei objektiver Beurteilung, für die mir noch zugemessene kurze Spanne Lebenszeit vielleicht noch wird in Ehren bestehen können.

München, den 29. April 1891.

Dr. F. Baur.

Inhalt.

Einleitung. Seite

Begriff, Stellung und Literatur § 1 1

Erster Teil.

Von der Ermittlung der Holzmassen.

Vorbemerkungen § 2 5

Erster Abschnitt.

Aufnahme und Kubierung einzelner Bäume (Baumschätzung).

Erstes Kapitel.

Aufnahme und Kubierung liegender Stämme.

I. Die nötigen Hilfsmittel und Instrumente.
A. Instrumente zum Messen der Durchmesser.
1. Die Kluppe oder das Gabelmaß § 3 7
A. Kluppen mit einem beweglichen Schenkel 9
a. Kluppen mit Federn 9
b. Kluppen mit Schraube 9
c. Kluppen mit Keil 10
d. Kluppen mit Schraube und Keil 10
e. Kluppen mit Schraube, Keil und Feder 10
f. Die Aldenbrück'sche Kluppe 12
g. Kluppe mit Rollen von Schultze 14
h. Der Kluppenstock von Leonhardt Gruber in Nürnberg 15
B. Kluppen mit zwei beweglichen Schenkeln 16
a. Friedrich'sche Kluppe 17
b. Püschel'sche Kluppe 18
c. Stahl'sche Kluppe 19
d. Die hölzerne Patentkluppe von Handloß 19
e. Die Kluppe von Wagner. 20
C. Die Scheerenkluppe von Ch. Lütken 20
D. Die Heidler's Präzisions-Baumeßkluppe 21
E. Die selbstregistrierende Baumkluppe von H. Reuß 23
F. Die Druck-Registrierkluppe von H. Eck 26
G. Die Universalkluppe von A. Treffurth 27
H. Die Kubierungskluppe 27
a. Die Württemberg'sche Kubierungskluppe 27
b. Die Kubierungskluppe (Revolverkluppe) von Haumann 29
c. die Forstbestands-Massenkluppe von Hirschfeld 31

Seite

2. Der Kielmann'sche Baumzirkel § 4 32
3. Das Meßband oder Spannmaß § 5 33
4. Die Baummeßkette § 6 35

B. Instrumente zum Messen der Längen.

1. Der Maßstab oder die Meßlatte § 7 35
2. Meßbänder und Meßketten § 8 36

C. Instrumente für die physikalische Kubierung.

1. Die Wage § 9 37
2. Der Xylometer (Aichgefäß) § 10 38

D. Die Kreisflächen-, Kubik- u. Multiplikationstabellen § 11 38

II. Die Berechnung der Querflächen liegender Bäume § 12 40

III. Die Berechnung des Inhaltes liegender Bäume.

1. Allgemeine Bemerkungen über Baumformen § 13 44
2. Formeln für die stereometrische Kubierung § 14 46
   A. Die Walze oder der Cylinder 46
   B. Die wichtigsten Kegelformen 47
      a. Der gemeine oder geradseitige Kegel 47
      b. Der paraboloisch ausgebauchte Kegel Paraboloid 52
      c. Der paraboloisch eingebauchte Kegel Neiloid 59
3. Die Kubierung des Schaftholzes § 15 66
   A. Die Kubierung aus der faktischen Mittenstärke des Schaftes (Huber'sche Methode) 67
      a. Kubierung für wirtschaftl. Zwecke aus einer Mittenstärke 67
      b. Kubierung für wissenschaftliche Zwecke aus mehreren Mittenstärken (Sektionsverfahren) 71
   B. Kubierung nach den beiden Endstärken (Smalian'sche Methode) . . 73
      a. Kubierung für wirtschaftliche Zwecke 73
      b. Kubierung für wissenschaftliche Zwecke (Sektionsverfahren) . . . 74
   C. Hoßfeld'sche Methode 75
   D. Newton'sche (Riecke'sche) Formel 76
   E. Die Formel von Simpson 77
   F. Schlußbemerkungen über die verschiedenen Kubierungsmethoden . . 79
   G. Kubierung der Stammabschnitte oder des Klotzholzes aus Länge und Oberstärke 80
   H. Kubierung der Stangen aus Länge und einem aliquoten konstanten Abstand vom Boden 82
4. Kubierung des Gipfels und stärkeren Astholzes § 16 85
5. Kubierung des Reis-, Stock- und Wurzelholzes § 17 87
   A. Kubierung mittelst des Xylometers 88
   B. Kubierung durch Gewichtsbestimmung des Holzes 89
   C. Kubierung nach Prozenten des Derbholzes 91
6. Ermittlung der Rindenmasse § 18 91
   A. Stereometrische Methode 91
   B. Xylometrische Methode 92
7. Kubierung der Bäume nach Sortimenten § 19 93

IV. Bestimmung des Festgehaltes des Schichtholzes.

1. Zweck der Bestimmung des Festgehaltes des Schichtholzes § 20 . . . 100
2. Methoden der Festgehaltsbestimmung § 21 102

Seite
A. Stereometrische Methode 102
B. Physikalische Methode 104
a. Xylometrische Methode 104
1. Wilhelm Hoßfeld'sche Methode 104
2. Egger'sche Methode 104
3. Reißig'sche Methode 105
4. Klauprecht'sche Methode 106
5. Theodor Hartig'sche Methode 106
6. Karl Heyer'sche Methode 106
7. Robert Hartig'sche Methode 107
8. Württembergische und bayerische Methode 108
b. Hydrostatische Methode 112
C. Gewichtsmethode 115
D. Die indirekte Wasser- oder Sandmethode 116
E. Kritik der beschriebenen Methoden 118
3. Die Faktoren, welche den Festgehalt eines Schichtmaßes bestimmen § 22 119
A. Die Dimensionen und Formen der Schichtmaße 120
B. Die Form und Beschaffenheit der Holzstücke 123
C. Die Begrenzung des Schichtmaßes 124
4. Resultate über den Festgehalt des Schichtholzes § 23 125
5. Verwandlung der Raummeter in Festmeter § 24 125

Zweites Kapitel.

Schätzung und Berechnung stehender Bäume.

Vorbemerkungen § 25 131

I. Die nötigen Hilfsmittel und Instrumente.

1. Die Baumhöhenmesser § 26 132
A. Das Messen der Baumhöhen mittelst Stäben 133
B. Höhenmessung mittelst eines rechtwinkeligen gleichschenkeligen Dreieckes 134
C. Der Mayer-Hoßfeld'sche Höhenmesser 135
D. Der Höhenmesser von Klaußner 136
E. Der Höhenmesser von Winkler 139
F. Der Spiegelhypsometer von Faustmann 143
G. Der Höhenmesser von Weise 147
H. Der Dendrometer von Saulaville 149
I. Das verbesserte Spiegeldiopter von Abney 155
K. Der Höhenmesser von Spengler 158
L. Der Höhenmesser von Ertel und Sohn in München 159
M. Der Höhenmesser von Bose 160
N. Pendelnivellierinstrument und Baumhöhenmesser von Matthes . . 164
O. Vergleichende Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit verschiedener Höhenmesser 167
2. Die Baumstärkenmesser § 27 168

II. Die verschiedenen Methoden der Schätzung und Kubierung stehender Bäume.

1. Die Okularschätzung § 28 171
2. Die Schätzung nach Form- oder Reduktionszahlen § 29 173
Allgemeines über Formzahlen 173

Seite

A. Die Brusthöhenformzahlen 177
1. Einfluß der Wachstumsgebiete auf die Formzahlen 182
2. Einfluß der Scheitelhöhe auf die Formzahlen 183
3. Einfluß des Alters auf die nach Scheitelhöhen geordneten Formzahlen 188
4. Einfluß des Brustdurchmessers bei gleicher Scheitelhöhe und Altersklasse auf die Formzahl 189
B. Die echten oder Normalformzahlen 193
C. Die Formzahlen von Hans Riniker 205
D. Die Schätzung nach der Gehalts- oder Formhöhe 206
3. Preßler's Kubierungsmethode aus Grundstärke und Richthöhe § 30 . . 207
4. Die sektionsweise Kubierung stehender Bäume § 31 217
5. Die Schätzung einzelner stehender Bäume nach Massentafeln § 32 . . 220

Zweiter Abschnitt.

Die Holzmassen-Aufnahme der Bestände (Bestandesschätzung).

Vorbemerkungen § 33 221

Erstes Kapitel.

Die Bestandes-Aufnahme ohne Kluppierung.

I. Die Bestandes-Aufnahme mittelst Okularschätzung.
1. Die Bestandes-Aufnahme durch Schätzung eines jeden Baumes § 34 . 223
2. Die Bestandes-Aufnahme durch Okularschätzung einer Probefläche § 35 225
3. Die Bestandes-Aufnahme nach Vergleichungsgrößen oder Hiebsergebnissen § 36 227
II. Die Bestandes-Aufnahme nach Ertrags- oder Zuwachstafeln.
1. Die Ertrags- oder Zuwachstafeln im allgemeinen § 37 228
A. Begriff, Zweck und Bedeutung der Ertragstafeln 228
B. Inhalt der Ertragstafeln 230
C. Allgemeine oder Lokalertragstafeln 234
D. Normalbonität und Normalbestand 236
E. Methoden zur Auffindung der einer Bonität angehörigen normalen Bestände 239
a. Wiederholte Aufnahme eines und desselben Bestandes 239
b. Wiederholte Aufnahme der Massen mehrerer Bestände verschiedenen Alters 241
c. Einmalige Aufnahme mehrerer Bestände verschiedenen Alters . . 244
d. Aufstellung von Ertragstafeln nach Weiserbeständen 245
α. Das Verfahren von Huber 246
β. Das Verfahren von Th. Hartig und R. Hartig 248
γ. Das Verfahren von Gustav Wagener 256
e. Das Verfahren des Verfassers 257
α. Auswahl und Aufnahme der Versuchsflächen 259
β. Konstruktion der Holzmassen- oder Zuwachskurven 261
γ. Konstruktion der Höhenkurven 264
δ. Konstruktion der Kreisflächenkurven 269
ε. Konstruktion der Stammzahlkurven 270
ψ. Sonstige Bestandteile der Ertragstafeln 272
2. Über den Gebrauch der Ertrags- oder Zuwachstafeln § 38 272

Seite

Zweites Kapitel.

Die Bestandes-Aufnahme mittelst Kluppierung.

Vorbemerkungen § 39 280

I. Die stammweise Aufnahme der Bestände nach Stärkestufen und Stärkeklassen.

1. Die Ermittlung der Stammstärken und Stammzahlen im allgemeinen § 40 282
2. Die Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung von Probestämmen § 41 . . 291
   A. Die Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung eines arithmetischen mittleren Modellstammes 293
      a. Die Ermittlung der Stärke des arithmetischen mittleren Modellstammes 293
      b. Die Auswahl, Fällung und Massenermittlung des mittleren Modellstammes 298
      c. Die Berechnung der Bestandesmasse 299
   B. Die Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung von Klassen-Modellstämmen 303
      a. Die Bildung der Stärkeklassen 303
      b. Die Ermittlung der Stärke des mittleren Modellstammes jeder Stärkeklasse 303
      c. Die Auswahl, Fällung und Berechnung der Probestämme . . . 306
      d. Die Berechnung der Bestandesmasse 308
   C. Das A. Draudt'sche Verfahren 309
      a. Die Ermittlung der Stammzahlen und Kreisflächen der Holzbestände 311
      b. Die Auswahl der Probestämme und Ermittlung ihrer Kreisflächen 311
      c. Die Aufnahme des Probeholzes 315
      d. Die Berechnung der Holzbestandesmasse 316
      e. Theoretische Begründung des Verfahrens 319
   D. Das K. Urich'sche Verfahren 322
   E. Das Robert Hartig'sche Verfahren 329
3. Die Bestandes-Aufnahme nach Formzahlen § 42 333
   A. Die Bestandes-Aufnahme durch Einschätzen der Formzahlen und nach Formzahlübersichten 338
      a. Ermittlung der Kreisflächensumme des Bestandes 338
      b. Ermittlung der Bestandeshöhe 339
      c. Ermittlung der mittleren Formzahlen 341
      d. Ermittlung der Holzmasse des Bestandes 345
   B. Professor Breymann's Bestandesschätzungs-Verfahren 347
4. Die Bestandesschätzung nach Massentafeln § 43 356
   A. Die Bestandesschätzung nach den bayerischen Massentafeln 357
      a. Das Prinzip der bayerischen Massentafeln 357
      b. Gebrauch der bayerischen Massentafeln 368
   B. Die Massentafeln des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten 370
   C. Die Schätzung nach König's Waldmassentafeln 371
5. Die Bestandes-Aufnahme nach Preßler's Grundstärken- und Richthöhen-Methode § 44 374

II. Die stammweise Aufnahme der Bestände nach Stärkestufen und Höhenklassen.

1. Die Bedeutung und Zahl der Höhenklassen § 45 378
2. Die verschiedenen Arten der Aufnahme nach Stärke- und Höhenklassen § 46 380

Seite

A. Die Bestandes-Aufnahme nach flächenweise getrennten Höhen . . . 380
B. Von der Bestandes-Aufnahme nach in Einzelmischung unter einander stehenden Höhen 381

Drittes Kapitel.

Die Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen.

I. Zweck und Wichtigkeit der Aufnahme nach Probeflächen § 46 386
II. Die verschiedenen Methoden der Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen.
1. Die Aufnahme nach Probeflächen mit Flächenmessung § 48 389
A. Die Auswahl der Probeflächen 390
B. Die Form, Größe und Ausscheidung der Probeflächen 392
a. Die Form der Probeflächen 392
b. Die Größe der Probeflächen 393
c. Das Abstecken der Probeflächen 394
C. Die Aufnahme und Berechnung des Holzgehaltes der Probefläche . 396
D. Die Berechnung der Bestandesmasse 397
2. Die Aufnahme nach Probeflächen ohne Flächenmessung § 49 397

Viertes Kapitel.

Die Ermittlung der Zwischennutzungserträge. § 50 399

Fünftes Kapitel.

Die Wahl der Bestandesschätzungsmethode für die verschiedenen Schätzungszwecke.

I. Die bei Waldwertberechnungen und Waldteilungen anzuwendenden Methoden § 51 405
II. Die bei Waldertragsregelungen anwendbaren Schätzungsmethoden § 52 406
III. Das bei forststatischen Untersuchungen einzuhaltende Verfahren § 53 410

Zweiter Teil.

Von der Ermittlung des Alters der Bäume und Bestände.

Vorbemerkungen § 54 413

Erster Abschnitt.

Die Altersbestimmung einzelner Bäume.

I. Die Schätzung des Alters nach dem Augenmaße.
1. Die Beurteilung des Alters nach der Höhe und dem Durchmesser des Baumes § 55 415
2. Die Ermittlung des Alters nach der Zahl der Schaftquirle § 56 . . . 416
II. Die Bestimmung des Alters nach aktenmäßigen Überlieferungen § 57 417
III. Die Bestimmung des Alters mittelst Zählen der Jahresringe § 58 418

Zweiter Abschnitt.

Die Bestimmung des Alters ganzer Bestände.

I. Die Bestimmung des Alters gleich alter Bestände § 59 422
II. Die Bestimmung des mittleren Alters ungleich alter Bestände.
1. Wichtigkeit und Begriff des mittleren Bestandesalters § 60 425

Seite
A. Wichtigkeit des mittleren Beſtandesalters 425
B. Begriff des mittleren Beſtandesalters 426
2. Methoden der Beſtimmung des mittleren Beſtandesalters § 61 429
A. Beſtimmung des mittleren Alters nach Ertragstafeln 429
B. Beſtimmung des mittleren Alters aus Maſſe und Durchſchnittszuwachs (Maſſenalter) 430
C. Beſtimmung des mittleren Alters aus Alter und Grundflächen der einzelnen Altersklaſſen (Grundflächenalter) 431
D. Beſtimmung des mittleren Alters aus Beſtandsflächen und Alter (Flächenalter) 433
E. Ermittlung des mittleren Alters aus den ſtärkſten Altersklaſſen . . 434

Dritter Teil.

Von der Ermittlung des Zuwachſes der Bäume und Beſtände.

Vorbemerkungen § 62 436
A. Begriff und Wichtigkeit des Zuwachſes 436
a. Begriff 436
b. Wichtigkeit 436
B. Verſchiedene Arten des Zuwachſes 437
1. Länge- und Stärkezuwachs 437
2. Quantitätszuwachs 437
a. Der laufendjährige Zuwachs 437
b. Der periodiſche Zuwachs 438
c. Der Geſamtalters-, totale- oder ſummariſche Zuwachs 438
d. Der durchſchnittliche Zuwachs 438
e. Der periodiſche Durchſchnittszuwachs 438
3. Der Qualitätszuwachs 438
4. Der Teuerungszuwachs 438
C. Gegenſeitiges Verhältnis zwiſchen laufendjährigem und Geſamtalters-Durchſchnittszuwachs 439
D. Der bei Zuwachsermittlungen mögliche Genauigkeitsgrad 442

Erſter Abſchnitt.

Die Zuwachsermittlung an einzelnen Bäumen.

I. Die Ermittlung des Höhen-, Stärke- und Flächenzuwachſes.
1. Die Ermittlung des Höhenzuwachſes § 63 443
2. Die Ermittlung des Stärkezuwachſes § 64 446
A. An liegenden Bäumen 446
a. Die Zuwachsſtäbe des Verfaſſers 447
b. Der Scheerenmaßſtab 448
B. An ſtehenden Bäumen 448
a. Das Einkerben der Bäume in Bruſthöhe 448
b. Der Preßler'ſche Zuwachsbohrer 449
c. Der kombinierte Zuwachsbohrer mit Höhenmeſſer von Oberförſter Matthes 451
3. Die Berechnung des Flächenzuwachſes § 65 454

Seite

II. Die Ermittlung des laufenden und periodischen Massenzuwachses.
1. Ermittlung des Massenzuwachses liegender Bäume nach dem Sektionsverfahren § 66 456
A. Die Zuwachsermittlung mittelst Aufrechnung des Massenzuwachses der letzten Jahre 456
B. Die Zuwachsermittlung mittelst Aufrechnung des Stärkezuwachses der letzten Jahre 459
C. Die Zuwachsermittlung durch Aufrechnung des Stärke- und Massenzuwachses der letzten Jahre 461
2. Ermittlung des Massenzuwachses liegender Bäume aus der Mittenstärke § 67 461
3. Die Ermittlung des Massenzuwachses nach Formzahlen § 68 463
A. Die Zuwachsberechnung nach Formzahlen an liegenden Bäumen . . 464
B. Die Zuwachsberechnung nach Formzahlen an stehenden Bäumen . . 466
4. Die Ermittlung des Zuwachses nach Prozenten § 69 466
A. Das Zuwachsprozent für Zwecke der Massenwirtschaft 467
B. Das Zuwachsprozent für Zwecke der Geldwirtschaft 475
a. Ermittlung des Massenzuwachsprozentes am „zuwachsrecht" entgipfelten Stamme (genaue Zuwachsmessung nach Preßler) . . . 479
b. Ermittlung des Massenzuwachsprozentes stehender Bäume aus Grundstärke (eingrenzende Zuwachsschätzung nach Preßler) . . . 481
c. Zuwachsprozentformel nach Schneider 486
5. Die Ermittlung des Massenzuwachses nach dem Gesammtalters-Durchschnittszuwachs § 70 489

Zweiter Abschnitt.

Die Zuwachsermittlung der Bestände.

I. Die Zuwachsermittlung der Bestände im allgemeinen § 71 492
II. Die verschiedenen Methoden der Zuwachsermittlung der Bestände.
1. Die Zuwachsschätzung nach Ertragstafeln § 72 495
2. Die Zuwachsschätzung nach dem Gesamtalters-Durchschnittszuwachs und von dem progressiv abnehmenden Zuwachs § 73 499
3. Die Zuwachsschätzung der Bestände nach Prozenten, Formzahlen, Massentafeln § 74 503

Anhang.

Kreisflächentabellen für Metermaß 505

Einleitung.

Begriff, Stellung und Litteratur.

§ 1.

1. Begriff. Die Holzmeßkunde (Baum- und Bestandesschätzung Holztaxation, forstliche Körperlehre) beschäftigt sich mit der Kubierung, Altersbestimmung und Zuwachsermittlung einzelner Bäume und ganzer Holzbestände.

Die Kubierung beschlagener oder bereits in Verfeinerung begriffener Baumteile wird hiebei keiner näheren Betrachtung unterworfen, weil diese streng genommen keinen Gegenstand der Forstwissenschaft mehr bildet und demjenigen keine Schwierigkeiten bereiten kann, welcher mit den einfachen Sätzen der Stereometrie bekannt ist.

2. Stellung. Die Holzmeßkunde bildete früher einen Abschnitt der Forsteinrichtung (Waldertragsregelung, Betriebsregulierung, Forsttaxation), wird aber jetzt wohl an allen besseren forstlichen Bildungsanstalten als selbständige Lehrdisziplin vorgetragen und als unentbehrliche Grundlage für die Forsteinrichtung und Waldwertberechnung betrachtet. Die Holzmeßkunde geht daher zweckmäßig den Vorlesungen über Forsteinrichtung und Waldwertberechnung voraus. Sie giebt nämlich in Fragen der Forsteinrichtung Auskunft über die Holzvorräte einzelner Bestände und ganzer Waldungen in jedem beliebigen Jahre der Umtriebszeit und den an den ersteren noch weiter erfolgenden Zuwachs, und liefert so gleichzeitig Anhaltspunkte zur Festsetzung der vorteilhaftesten Umtriebszeiten der einzelnen Hiebsorte und der jährlichen und periodischen Fällungsetats.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist aber die Holzmassenaufnahme einzelner Bestände und ganzer Waldungen auch noch für alle möglichen Aufgaben der Waldwertberechnung, wie z. B. für Waldteilungen, Servitutablösungen, Waldkäufe und -Verkäufe; indem alle derartigen Fragen

ohne genaue Kenntnis der auf den fraglichen Waldkomplexen befindlichen Holzvorräte in befriedigender Weise nicht gelöst werden können.

Die Holzmeßkunde, welche ihren Maßstab in der großen Mehrzahl der Fälle an fertige Gebilde zu legen hat, unterscheidet sich daher auch von anderen forstlichen Lehrdisziplinen vorteilhaft durch die Schärfe ihrer Untersuchungsmethoden und die Zuverlässigkeit ihrer Resultate.

3. Die **Litteratur** über diesen interessanten Fachzweig war, gegenüber der vielseitigen Behandlung, welche andere forstliche Disziplinen bereits gefunden haben, noch vor wenigen Jahren ziemlich spärlich. Lehrbücher der Forsteinrichtung behandeln den Gegenstand in einem besonderen Abschnitte, auch enthalten die verschiedenen forstlichen Journale manches schätzbare Material; aber in sich abgeschlossene und den zu immer größerem Umfange herangewachsenen Gegenstand erschöpfend behandelnde Lehrbücher sind immer noch wenige vorhanden. Insbesondere können die meisten in neuester Zeit über Holzmeßkunde erschienenen Werkchen, abgesehen von wenigen Zusätzen, nur als ziemlich mühelose Auszüge aus älteren, umfassenden Werken betrachtet werden. Die wichtigeren Schriften, welche auch teilweise bei dem nachfolgenden Werke benutzt wurden, sind:

Wilhelm Hoßfeldt. Niedere und höhere praktische Stereometrie. Leipzig 1812.

Dr. G. König. Anleitung zur Holztaxation. Gotha 1813; sowie dessen Forstmathematik. Gotha 1854. Fünfte, wesentlich vermehrte Auflage von Dr. C. Grebe. Gotha 1864.

H. L. Smalian. Beitrag zur Holzmeßkunst. Stralsund 1837; sowie dessen Anleitung zur Untersuchung des Waldzustandes u. s. w. Berlin 1840.

Dr. J. L. Klauprecht. Die Holzmeßkunst. Karlsruhe 1842 und 1846.

Dr. Karl Heyer. Anleitung zu forststatischen Untersuchungen, verfaßt im Auftrage der Versammlung süddeutscher Forstwirte. Gießen 1846.

H. Karl. Ausführliche Abhandlung über die Ermittlung des richtigen Holzbestandalters u. s. w. Frankfurt a. M. 1847.

Dr. Friedrich Riecke. Über die Berechnung des körperlichen Inhalts unbeschlagener Baumstämme. Stuttgart 1849.

Dr. Th. Hartig. Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche u. s. w. Berlin 1847 und 1851.

Dr. Gustav Heyer. Über die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände. Dessau 1852.

Stahl, königl. preußischer Oberförster. Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Bäume u. s. w. Berlin 1852.

Max Rob. Preßler. Neue holzwirtschaftliche Tafeln. Dresden 1857, 1869 u. s. w.; sowie dessen Meßknecht. Braunschweig 1852, 1854, 1862; und dessen Gesetz der Stammbildung. Leipzig 1865.

Karl Breymann. Anleitung zur Aufnahme der Holzmasse und Bestimmung der Formzahlen mittelst eines Universal-Instruments u. s. w. Berlin 1857; sowie

dessen Tafeln für Forstingenieure und Taxatoren. Berlin 1859. Endlich dessen Anleitung zur Holzmeßkunst, Waldertragsbestimmung und Waldwertberechnung. Berlin 1868. Paul Parey.

Dr. Robert Hartig. Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche und Eiche im Spessart, der Rotbuche im östl. Wesergebirge, der Tanne im Schwarzwalde und der Kiefer in Pommern. Stuttgart. Gotha 1865.

Derselbe. Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft im Harze und Wesergebirge. Stuttgart. Gotha 1868.

Dr. R. Hartig und **Dr. R. Weber.** Das Holz der Rotbuche. Berlin. Julius Springer 1888.

Dr. August Drandt, Großh. hess. Oberförster. Die Ermittlung der Holzmassen. Gießen 1860.

Dr. Eduard Heyer, Oberförster und zweiter Lehrer der Forstwissenschaft in Gießen. Zur Holzmassenermittlung, Bonitierung und Kritik der Taxationsmethoden. Gießen 1861.

Dr. Eduard Heyer. Über Messung der Höhen, sowie der Durchmesser ꝛc., nebst einleitenden Bemerkungen über Bildung der Massen-, und Ertragstafeln. Gießen 1870.

Franz Großbauer, Professor an der k. k. Forstlehranstalt Mariabrunn. Das Winkler'sche Taschen-Dendrometer neuester Konstruktion. Berlin 1864.

Kohli, K. preuß. Oberforstmeister. Anleitung zur Schätzung stehender Kiefern nach Massentafeln und nach dem Augenmaße. Berlin 1861.

Dr. Nördlinger, Forstrat und Professor der Forstwissenschaft. Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. Stuttgart 1871.

Alfred Püschel, herzogl. Anhalt'scher Forstinspektor. Die Baummessung und Inhaltsbemessung nach Formzahlen und Massentafeln. Leipzig 1871.

Hans Riniker, Oberförster des Kantons Aarau. Über Baumform und Bestandesmasse. Aarau 1873.

Dr. Heinrich Burkhardt, Forstdirektor. Hilfstafeln für Forsttaxatoren. I. Heft. Erläuterungen und Bemerkungen zu den Hilfstafeln. II. Heft. Hannover 1873.

Max Kunze. Lehrbuch der Holzmeßkunst. Berlin 1873.

Derselbe. Anleitung zur Aufnahme des Holzgehaltes der Waldbestände 2. Aufl. Berlin 1891.

August Ganghofer. Der praktische Holzrechner nach Metermaß und Markwährung. Zweite Auflage. Augsburg 1875.

Derselbe. Das forstliche Versuchswesen. 2 Bände. Augsburg 1881 und 1884.

Wilhelm Weise. Ertragstafeln für die Kiefer, Berlin 1880.

Dr. Tuisko Lorey. Über Probestämme. Frankfurt a. M. 1877.

Derselbe. Über Stammanalysen. Stuttgart 1880.

Derselbe. Ertragstafeln für die Weißtanne. Frankfurt a. M. 1884.

Dr. Oskar Simony. Über das Problem der Stammkubierung als Grundlage der Berechnung von Formzahltabellen und Massentafeln. Wien 1879.

Dr. F. Baur (der Verfasser). Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin 1876.

Derselbe. Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin 1881.

Derselbe. Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde. Augsburg 1879.

Dr. F. Baur (der Verfasser). Formzahlen und Massentafeln für die Fichte. Auf Grund der vom Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten erhobenen Materialien. Berlin 1890.

F. Fankhauser jun. Praktische Anleitung zur Bestandesaufnahme mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Wirtschaftseinrichtung der Schweiz. Bern 1884.

Adolph Ritter von Guttenberg. Die Holzmeßkunde. Abschnitt in Dr. T. Lorey's Handbuch der Forstwissenschaft. Tübingen 1887.

K. Schuberg, Forstrat. Aus deutschen Forsten. Mitteilungen aus dem Wuchs und Ertrag der Waldbestände im Schluß- und Lichtstande. I. die Weißtanne bei der Erziehung in geschlossenen Beständen. Tübingen 1888.

Dr. Adam Schwappach. Leitfaden zur Holzmeßkunde. Berlin 1889.

Derselbe. Wachsthum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. 1889.

Derselbe. Wachsthum und Ertrag normaler Fichtenbestände. Nach den Aufnahmen des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten. Berlin 1890.

Derselbe. Formzahlen und Massentafeln für die Kiefer. Berlin 1890.

Dr. E. Speidel. Ertragsuntersuchungen in Forchenbeständen Württenbergs (Inauguraldissertation) 1886.

Derselbe. Waldbauliche Forschungen in württemberg'schen Fichtenbeständen u. s. w. Tübingen 1889.

Ferdinand L. Langenbacher und **Emanuel A. Nossek.** Lehr- und Handbuch der Holzmeßkunde. I. Teil. Die Kubierung des Holzes im liegenden Zustande. Leipzig. Verlag von Hugo Voigt. 1889.

Ferner enthalten die allgemeine Forst- und Jagdzeitung, das Tharander Jahrbuch, Baur's Monatsschrift für Forst- und Jagdwesen, später forstwirtschaftl. Centralblatt, sowie Borggreve's forstliche Blätter, Dankelmann's Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, die verschiedenen österreichischen Fachschriften u. s. w. manche wertvolle Aufsätze.

Erſter Teil.

Von der Ermittlung der Holzmaſſen.

Vorbemerkungen.

§ 2.

Jeder Baum beſitzt einen mehr oder weniger ſtarken Wurzelſtock, aus welchem ſich zunächſt der Schaft oder Stamm entwickelt, und dieſer verläuft nach ſeinem Gipfel hin wieder in Äſte und Zweige. Dieſe vorzugsweiſe wichtigen Teile des Baumes dienen ſehr verſchiedenen Zwecken und beſitzen in der Regel einen ſehr verſchiedenen Verbrauchs- und Tauſchwert.

Zur ſicheren Beurteilung des Wertes und der verſchiedenen Verwendungsarten der Bäume genügt in einer geregelten Forſtwirtſchaft die Angabe der geſamten Holzmaſſe nicht. Erſt wenn wir die Bäume der verſchiedenen Holzarten in die üblichen Nutz-, Scheit-, Prügel-, (Knüppel-) Stock- und Reisholzſortimente zerlegen, gewinnen wir einen klaren Einblick in die Wertsverhältniſſe des Objekts.

Die Einheit des Körpermaßes bildet in Deutſchland der Kubikmeter.*) Nach den im deutſchen Reiche getroffenen Vereinbarungen iſt in der Holzmeßkunde aber zwiſchen Feſtmeter und Raummeter (Stère) zu unterſcheiden. Unter Feſtmeter verſteht man einen Kubikmeter wirkliche Holzmaſſe, unter Raummeter aber eine Schichte Holz, welche dem Raume (nicht der Maſſe) nach einen Kubikmeter enthält. So wird der Inhalt aller Rundholzſtücke (meiſt Nutzholz), welche nicht in Schichten aufgeſetzt werden, direkt durch ſtereometriſche Kubierung in Feſtmetern gefunden, während das Brennholz, Nutzſcheit-, Knüppel- und Reisholz

*) In der kgl. bayr. Staatsforſtverwaltung iſt bei der Verbuchung und Rechnungsführung leider noch der Raummeter (Stère) eingeführt.

meist in parallel-epipedische Schichten von einem oder mehreren Raummetern aufgesetzt wird. Ein Raummeter (Stère) schließt demnach leere Zwischenräume ein und enthält daher je nach Sortiment stets einen verhältnismäßig geringeren Kubikinhalt als ein Festmeter.

Die Ermittlung der Holzmassen bezweckt daher meist die Angabe des Inhalts der Bäume oder Bestände in Festmetern. Da aber jetzt noch vielfach die größere Menge des Holzmaterials in Raummetern abgegeben werden muß, so pflegt man, der besseren Vergleichbarkeit der Resultate wegen, die gefundenen Raummeter in Festmeter zu reducieren, in welcher Beziehung später die erforderlichen Anhalte gegeben werden sollen.

Die Lehren der Baumschätzung werden zweckmäßig denjenigen der Bestandesschätzung vorausgeschickt, weil sich letztere auf erstere stützen und man in der Holzmeßkunde meist aus dem Inhalte einzelner Bäume auf denjenigen ganzer Bestände zu schließen pflegt. Wir gehen daher zunächst zur Ausmessung und Berechnung einzelner Bäume, d. i. zur Baumschätzung, über.

Die Kubierung regelmäßiger Holzstücke gründet sich meist auf *stereometrische* Formen, während diejenige unregelmäßiger Holzteile, z. B. von Stockholz, Reisholz u. s. w. auf *physikalischen* Gesetzen beruht. Bei der stereometrischen Berechnung müssen daher gewisse Dimensionen (Länge und Dicke) an dem Holze gemessen werden, während das physikalische Verfahren im allgemeinen auf dem Satze beruht, daß ein in eine Flüssigkeit (Wasser) getauchter Körper (Holz) so viel Wasser verdrängt, als sein eigenes Volumen beträgt. Auch kann man durch Wiegen des Holzes, gestützt auf den Satz, daß sich bei einem und demselben Körper die Volumina wie die Gewichte verhalten, den Inhalt desselben bestimmen.

Zur Messung der Länge und Stärke des Holzes, zur Erleichterung der Rechnungen, zur Bestimmung des Wassers, welches eingetauchte Holzstücke verdrängen, und zum Wiegen derselben gehören aber gewisse Hilfsmittel und Instrumente, welche nun zunächst beschrieben werden sollen.

Erſter Abſchnitt.

Aufnahme und Kubierung einzelner Bäume (Baumſchätzung).

Erſtes Kapitel.

Aufnahme und Kubierung liegender Stämme.

I. Die nötigen Hilfsmittel und Inſtrumente.

A. Inſtrumente zum Meſſen der Durchmeſſer.

1. Die Kluppe oder das Gabelmaß.

§ 3.

Eines der gebräuchlichſten und bekannteſten Inſtrumente zum Meſſen der Durchmeſſer der Bäume an jeder beliebigen Stelle iſt die Baumkluppe oder das Gabelmaß. Ein ſolches Inſtrument, welches unter ſehr verſchiedenen Konſtruktionen vorkommt, beſteht zunächſt aus einem 50—60 mm breiten, 10 mm dicken und 0,5—1 m langen Maßſtab a b (Fig. 1), an deſſen einem Ende b, ſenkrecht zu a b, ein je nach der Stärke der zu meſſenden Stämme 0,3—0,5 m langer Schenkel b e unbeweglich feſt verbunden iſt. Der Maßſtab a b wird, von der inneren Seite des Schenkels b e anfangend, für wirtſchaftliche Zwecke gewöhnlich fortlaufend in cm, für wiſſenſchaftliche Arbeiten aber in mm eingeteilt, wenn man im letzteren Falle nicht vorzieht, eine Noniusvorrichtung anzubringen, welche noch ein ſchärferes Ableſen geſtattet. Die Bezifferung auf dem Maßſtab a b wird zweckmäßig in einer etwas vertieften Nute angebracht, noch beſſer aber eingeſchlagen oder eingebrannt, damit ſie ſich durch das Verſchieben des beweglichen Schenkels nicht ſo leicht abreibt.

Ein zweiter gleichlanger Schenkel d e ist so in den Maßstab a b eingefügt, daß er an demselben jederzeit sanft, aber doch gepreßt und stets parallel zu b e hin und her geschoben werden kann. Selbstverständlich müssen die beiden Schenkel d e und b e in einer Ebene liegen und während der ganzen Arbeit genau ihre senkrechte Stellung zum Maßstab behaupten; auch dürfen sie nicht wackeln und sollen möglichst wenig dem Werfen und Schwinden ausgesetzt sein, weshalb man gerne Birnbaumholz oder Kernholz von Rotbuchen zur Anfertigung von Baumkluppen verwendet. Kluppen von Metall (Eisen, Messing) werden zwar auch verwendet, sind aber immer teurer und schwerer.

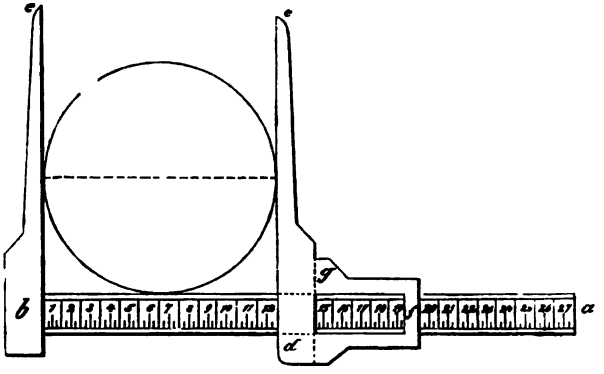


Fig. 1.

Soll nun mittelst einer solchen Kluppe der Durchmesser eines Baumes abgegriffen werden, so bringt man den letzteren zwischen die beiden Schenkel derselben, drückt alsdann den festen Schenkel b e an die Rinde, schiebt den beweglichen e d auf der entgegengesetzten Seite ebenfalls fest an dieselbe an, und liest den Betrag am Stabe a b in Centimetern oder Millimetern ab.

In Fig. 1 haben wir Form und Konstruktion der Kluppe nur im allgemeinen zur Anschauung gebracht. Wenn man auch durch zweckmäßige Auswahl des Materials das erwähnte Werfen, Quellen und Schwinden möglichst zu vermeiden sucht, so läßt sich dasselbe, den verschiedenen Einwirkungen der Witterung gegenüber, doch nie ganz vermeiden. Durch das Quellen des Kluppenholzes verliert nämlich der verschiebbare Schenkel seine leichte Beweglichkeit, durch das Schwinden dagegen wird die erforderliche parallele Stellung der beiden Schenkel in Frage gestellt. Diese Mißstände suchte man durch alle möglichen Konstruktionen zu umgehen, über welche nun noch einige Mitteilungen gemacht werden sollen.

A. Kluppen mit einem beweglichen Schenkel.

a. Kluppen mit Federn. Man brachte an irgend einer Fläche des Hohlraums, z. B. bei d, Fig. 1, eine Feder an, welche der Volumveränderung der Kluppe folgen sollte, um so die berührten Mißstände zu beseitigen, und erreichte damit auch mehr oder weniger seinen Zweck. Solche Kluppen sind noch vielfach im Gebrauch, haben aber immerhin den Fehler, daß sie bald zu schwer, bald zu leicht gehen, je nachdem sich das Holz ausdehnt oder zusammenzieht, und daß auch die Elastizität der Feder bei längerem Gebrauch nicht gleich bleibt. Diesen Übelstand suchte der Großherzogl. hess. Oberforstsekretär Reißig teilweise dadurch zu beseitigen, daß er dem Maßstab der Kluppe keinen rechteckigen Querschnitt, sondern die Form eines Paralleltrapezes gab. *)

b. Kluppen mit Schraube. Die soeben erwähnte Feder wird durch eine Schraube ersetzt, welche einen zwischen dem Hohlraum des beweglichen Schenkels und dem Maßstab mit rechteckigem Querschnitt liegenden Metallstreifen, in der Regel von der schmalen Seite d des Maßstabes aus, je nach Bedürfnis an diesen drückt, und so dem verderblichen Einfluß des Schwindens und Quellens zu steuern sucht. Eine derartige Kluppe hat C. Heyer empfohlen und näher beschrieben. **)

Eine andere hierher gehörige brauchbare Kluppe fertigt der Schreinermeister Ph. Chr. Barth in Loffenau, Oberamt Neuenbürg im Schwarzwald. Die Schraube liegt bei dieser Kluppe ganz in dem beweglichen Schenkel und hindert daher in keiner Weise. Eine zweite Schraube ganz ähnlicher Beschaffenheit ist auch an dem festen Schenkel angebracht und dient dazu, denselben ganz abzuschrauben, was beim Transport sehr bequem ist. Sodann sind die beiden schmalen Seiten des Maßstabes mit einer Messingschiene belegt, wodurch die Reibung wesentlich vermindert wird. Damit die Schraube während des Gebrauchs nicht aufgehe, haben wir an der Kluppe noch eine hiegegen vollständig schützende Gegenschraube anbringen lassen.

Die Barth'sche Kluppe ist zwar für wirtschaftliche Zwecke zu empfehlen, kann aber für wissenschaftliche Arbeiten noch nicht als das Ideal einer Kluppe betrachtet werden.

---

*) Jahrbücher der Forstkunde von Wedekind, Heft 32, S. 1—8, 1846.

**) C. Heyer: Anleitung zu forststatischen Untersuchungen, Gießen 1846, Seite 56.

c. Kluppen mit Keil. In der Holzmeßkunst von Smalian*) findet sich eine Kluppe beschrieben, die den parallelen Gang der Schenkel dadurch herzustellen resp. zu erhalten sucht, daß man zwischen den Hohlraum des beweglichen Schenkels und die obere Fläche des Maßstabes einen sogenannten Stellkeil einfügt, den man beim Schwinden des Holzes etwas tiefer hineinschiebt, beim Quellen desselben aber wieder entsprechend herauszieht. Diese Kluppe besitzt einlegbare Arme und bildet dann einen plumpen, unbequem langen, vierkantigen Gehstock mit quadratförmigem Querschnitt, mit welchem auch eine Vorrichtung zum Höhenmessen verbunden ist. Das Instrument ist kompliziert, nicht sehr handlich und würde seinen Zweck jedenfalls besser erfüllen, wenn man dem Maßstab keinen rechteckigen, sondern einen paralleltrapezförmigen Querschnitt geben würde.

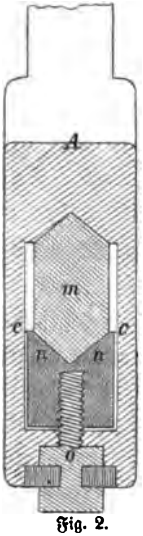


Fig. 2.

d. Kluppen mit Schraube und Keil. Eine solche Kluppe hat Dr. E. Heyer veröffentlicht und abgebildet**). Die Konstruktion ergiebt sich aus Fig. 2, in welcher A den Teil des beweglichen Schenkels darstellt, welcher sich an dem Maßstabe auf- und abschieben läßt; m ist der Querschnitt des Maßstabes, auf beiden Seiten c ist aber an dem Hohlraum des beweglichen Schenkels so viel Spielraum gelassen, daß auch bei dem höchsten Grad des Quellens die Bewegung des letzteren keine Störung erleidet; n ist der Querschnitt eines doppelten Holzkeiles, welcher durch eine Schraube o nach Belieben mittelst des Schraubenschlüssels vor- und rückwärts geschraubt und daher stets dem Maßstab m nach Erfordernis genähert werden kann. Auch diese empfehlenswerte Kluppe wahrt den parallelen Gang der beiden Arme der Kluppe nicht immer vollkommen, weil der bewegliche Schenkel vorzugsweise auf der einen Schraube ruht.

e. Kluppen mit Schraube, Keil und Feder. Die an den unter a—d beschriebenen Kluppen vorkommenden Schattenseiten suchten G. Heyer und Mechanikus Staudinger in Gießen durch Kombination des Smalian'schen Keils mit einer Schraube, einem paralleltrapezförmigen Querschnitt des Maßstabes (Reißig'sches Prinzip) und einer Feder zu beseitigen. Fig. 3 bringt diese Konstruktion zur Anschauung. A stellt wieder einen Teil des beweglichen Schenkels

*) H. L. Smalian: Beitrag zur Holzmeßkunst. Stralsund 1837.

**) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1861, S. 81.

vor; m ist der Querschnitt des Maßstabes an der Stelle, wo er den beweglichen Schenkel durchdringt. Der Maßstab m liegt bei a, a′ und a″ am Schenkel an, kann sich aber in der Richtung i und i′ beliebig ausdehnen; n ist der Querschnitt eines Metallkeils, welcher mittelst der Schraube o beliebig zwischen dem Raume c und e hin- und hergeschraubt und daher auch nach Bedürfnis an die Seite i′ angedrückt werden kann. Durch diese Einrichtung ist es möglich geworden, das Schwinden und Quellen der Kluppe wirkungslos, sowie auch die leichte Verschiebbarkeit des Schenkels zu jeder Zeit möglich zu machen. Bei s ist an dem Schenkel noch eine Spiralfeder angebracht, welche gegen den Maßstab drückt und dadurch den sogenannten „lahmen Gang" der Schraube unschädlich macht. Der Schraubenschlüssel B dient dazu, mit seinen beiden Zapfen in die entsprechenden Vertiefungen der Schraube o eingesteckt zu werden, um dieselbe bequem drehen zu können. Steckt der Forstmann den Schlüssel zu sich, so ist dadurch auch dem Arbeiter die Gelegenheit genommen, die Kluppe nach seinem Belieben zu stellen. Diese Kluppe vereinigt jedenfalls viele Vorzüge in sich, ist deshalb auch ziemlich weit verbreitet und empfiehlt sich für feinere Arbeiten, insbesondere für die Zwecke des forstlichen Versuchswesens.

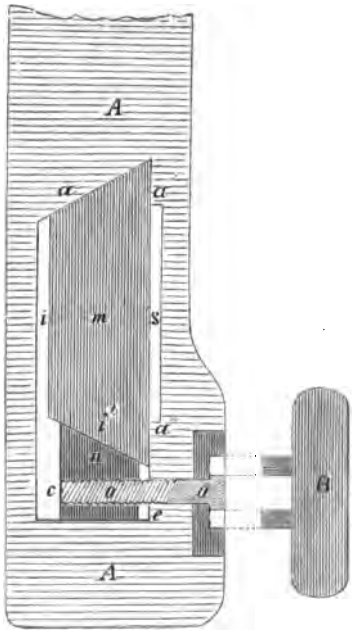


Fig. 8.

Mechanikus Staudinger & Co. in Gießen fertigt Baumkluppen von 5 verschiedenen Größen:

Nr.	I	mit	einer	nutzbaren	Länge	von	100	cm	für	12,00 Mk.
„	II	„	„	„	„	„	80	„	„	10,00 „
„	III	„	„	„	„	„	60	„	„	9,00 „
„	IV	„	„	„	„	„	50	„	„	8,75 „
„	V	„	„	„	„	„	30	„	„	8,50 „

Neben diesen Kluppen verfertigt Staudinger auch noch für wissenschaftliche Untersuchungen eine Kluppe von Messing. Dieselbe ist natürlich wegen der gleichmäßigeren und geringeren Ausdehnung dieses Metalles

viel einfacher konstruiert, besitzt einen Nonius und gestattet ein Ablesen bis auf 0,1 mm.

f. Die Aldenbrück'sche Kluppe.*) Oberförster Aldenbrück konstruierte und beschrieb im Jahre 1864 eine sehr handliche und billige Kluppe, an welcher er die schwierige Aufgabe der jederzeit vollkommen rechtwinkeligen Stellung der beiden Arme zum geteilten Maßstabe, sowie die leichte Führung des beweglichen Schenkels, in höchst einfacher und sinnreicher Weise löste.**)

Die hölzerne Kluppe besteht wie bei älteren Kluppen aus dem geteiltem Maßstabe h k und dem senkrecht und feststehenden Arme l n (Fig. 4). Neu an der Konstruktion ist nun, daß die beiden Wände der Durchbrechung des beweglichen Schenkels a b und c d nicht senkrecht auf

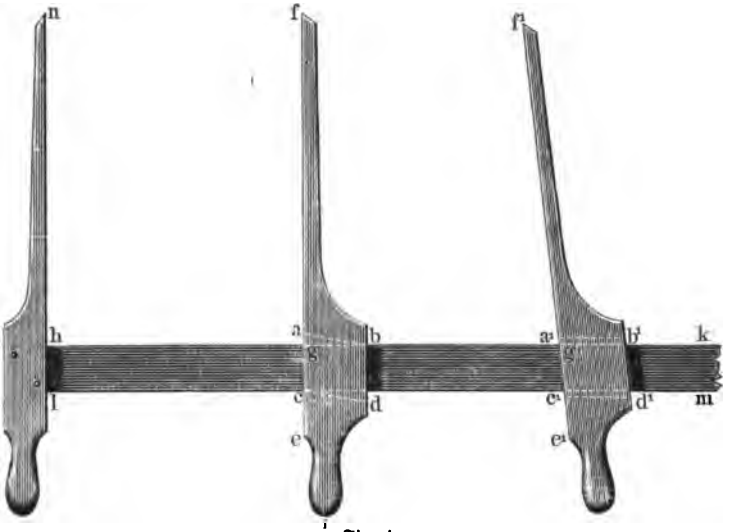


Fig. 4.

e f stehen dürfen, sondern etwas schräge sein müssen, in der Weise, daß die Neigungswinkel b a e und d c e spitz, ihre Nebenwinkel b a f und d c f folglich stumpf sind.

Ferner muß die Kluppe die Eigenschaft haben, daß e f vollkommen senkrecht auf die parallelen Seiten h k und l m zu stehen kommt, sobald

*) Aldenbrück war königl. preuß. Oberförster in Hürtgen, Reg.-Bez. Aachen, und starb im November 1884.

**) Zuerst beschrieben in der Monatschrift für Forst- und Jagdwesen, herausgegeben von F. Baur, Jahrgang 1864. Seite 175—180.

der Arm f i so gestellt wird, daß die Kante b die Seite h k, c aber l m berührt. Die Kanten b und c erscheinen in der Zeichnung natürlich als Punkte.

Der Verfertiger der Kluppe hat darauf zu sehen, daß er von vornherein die Durchbrechung a b d c des Läufers nicht zu groß macht, d. h. es soll, wenn b an h k und c an l m festliegt, f g mit h k keinen stumpfen Winkel bilden. Macht dagegen, wenn die Kanten b und c des Läufers mit den betreffenden Seiten des Lineals in Berührung gebracht worden, f g und g h einen spitzen Winkel, so wird die senkrechte Stellung letzterer beiden Seiten aufeinander in dem bedingten Falle durch Abnehmen von Holz mittelst des Meisels und der Feile an den Wänden a b und c d herbeigeführt. Den senkrechten Stand von a f mit g h prüft man mit einem rechtwinkeligen Dreieck von Eisen oder Holz und dadurch, daß der bewegliche Schenkel an den festen angeschoben wird, es müssen sich dann die Linien h n und f g genau decken.

Wenn nun der Läufer (bewegliche Schenkel) hin- und hergeschoben wird, so kann derselbe während dieser Bewegung vermöge des Spielraumes und der schrägen Durchbrechung eine solche Stellung einnehmen,

Fig. 5.

daß der Winkel $f^1 g^1 h$ kleiner, sein Nebenwinkel $f^1 g^1 k$ daher größer als sein Rechter ist. Sobald aber die Kluppe an den Stamm angelegt wird, muß der Läufer vermöge eines leichten Zusammendrückens der Handhaben an der Kluppe sich so stellen, daß e f und h k rechte Winkel bilden, indem der Läufer bei b und c feste Unterstützungspunkte findet, welche eine Überschreitung der senkrechten Stellung unmöglich machen. Bei dieser Konstruktion kann man einen reichlichen Spielraum zwischen Lineal und Läufer herstellen und hierdurch die größte Leichtigkeit in der Bewegung des letzteren erzeugen, ohne daß dabei die Richtigkeit der Messung im geringsten beeinträchtigt wird. Da das Lineal auf dem Querschnitt noch überdies die Form Fig. 5 hat, so wird dadurch die Reibung noch weiter vermindert und dem Abschleifen der angebrachten Einteilung vorgebeugt. Fig. 4 stellt die Kluppe in $^1/_{10}$ der natürlichen Größe vor. Das Material besteht am besten aus Birnbaumholz, oder in Ermangelung dessen aus ausgetrocknetem Rotbuchenkernholz.

Da durch ungünstige Witterungsverhältnisse und insbesondere durch ungleiche Abnutzung der Stützpunkte b und c immerhin kleine Ungenauigkeiten auch bei dieser Kluppenkonstruktion nicht ausgeschlossen sind, so brachte zur Vermeidung dieses event. Mißstandes der k. k. Forst- und Domainenverwalter Emil Böhmerle*) später im Führungskasten (Schieber) des beweglichen Armes der Kluppe eine Feder f (Fig. 6) an, auf welche eine in einer Messing-Mutter m laufende Schraube s einwirkt. Das Ende der Schraube bildet einen der Stützpunkte, so daß letzterer nach Belieben verstellt und dadurch die senkrechte Stellung des Schenkels zu jeder Zeit bewirkt werden kann. Dieser Gedanke ist jedoch nicht neu, sondern bereits von Aldenbrück 1864 bei Veröffentlichung seiner Kluppenkonstruktion am genannten Orte ausgesprochen worden.

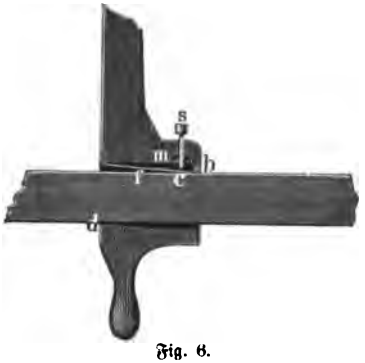


Fig. 6.

Die 12 Jahre später von dem jetzigen k. k. Oberforstrath Joseph Friedrich beschriebene und als neu hingestellte Kluppe*) stimmt vollständig mit der Aldenbrück'schen Kluppe überein, es muß daher letzterem die volle Priorität der Erfindung zugesprochen werden.

Die von Böhmerle mit Schraube versehene Kluppe fertigt der k. k. Hofmechaniker Neuhöfer & Sohn in Wien I, Kohlmarkt 8, um den Preis von 6 fl ö. W. bei 80 cm Maßstablänge. — Ebenso fertigt Modellschreiner Dill in Bern Aldenbrück'sche Kluppen ganz von Holz und ohne Schraube, aber sehr brauchbar, um den geringen Preis von 5,50 Mk.

g. Kluppe mit Rollen von Schultze. Diese Kluppe besitzt die forstliche Versuchsanstalt München, sie ist an sie von Aschaffenburg übergegangen, jedoch ist uns der Titel des Erfinders unbekannt. Wir nehmen dieselbe hier auf, weil sie von allen vorstehend beschriebenen Kluppen hinsichtlich der sicheren Führung des beweglichen Schenkels verschieden ist, sich überhaupt durch Handlichkeit und vorzügliche Arbeitsleistung vorteilhaft auszeichnet. Fig. 7 bringt in A die ganze Kluppe, in B und C einzelne Teile derselben vergrößert zur Anschauung. An einem Ende der geteilten Schiene bg ist der unbewegliche Kluppenarm bb' sehr solid verschraubt und verleimt. Charakteristisch ist nun, daß die

*) Vergl. F. Baur, forstwirtschaftliches Centralblatt 1888, Seite 489 u. 490.
**) Vergleiche: Centralblatt für das gesamte Forstwesen. Wien 1876, Seite 293.

Führung des beweglichen Armes a a′ ſtatt der bisher üblichen gleitenden, durch rollende Reibung erſetzt wird. An der Führung a c ſind nämlich zwei Rollen c c′ angebracht, welche auf der inneren ſchmalen Schienenfläche feſtliegen, während auf der äußeren Seite der ſchmalen Schienen eine dritte Rolle d läuft, welche mit einer Metallfeder verbunden iſt und den Schenkel a a′ feſt an die Schiene b g andrückt. In der Zeichnung A iſt die eine Rolle c′ durch den Kluppenarm a a′ verdeckt, während die Einrichtung der Führung aus dem Teile B klar hervorgeht.

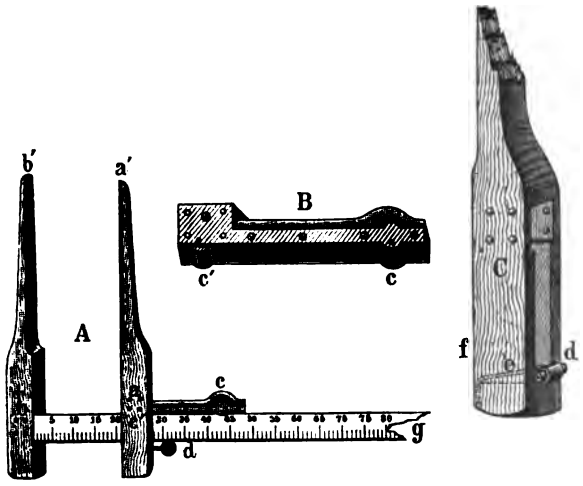


Fig. 7.

Der Theil C zeigt endlich noch die innere Einrichtung des beweglichen Schenkels mit Rolle d und Feder e f. Durch die angebrachten Rollen c c′ und d von Metall geht die Bewegung des Kluppenarmes a a′ ungemein leicht und ſicher, und durch die Druckfeder e f, an deren Ende ſich die Rolle d befindet, wird jeder tote Gang vermieden. Wir halten dieſe Konſtruktion für ſehr gelungen und empfehlenswert.

h. Der Kluppenſtock von Leonhard Gruber in Nürnberg. Dieſe Kluppe, Fig. 8, beſteht aus einem 750 mm langen, 20 mm breiten und 16 mm dicken Stabe A von Ahornholz. Derſelbe iſt in cm geteilt und endigt unten in eine 50 mm lange eiſerne Spitze i, oben in einen abgerundeten Handgriff h, ſo daß der Stab gleichzeitig einen leichten und ganz bequemen Gehſtock abgiebt. An einem Ende des vierkantigen Stabes bewegt ſich um eine Achſe c ein dünner, aber hinreichend ſtarker, hölzerner, feſter Kluppenarm a ſo, daß derſelbe ſenkrecht zum Stabe aufgerichtet, am Ende des krummen Griffes feſtgeſtellt und nach dem Gebrauch wieder an den Stab B und in deſſen Richtung angelegt werden kann.

Weiter läßt sich an der soliden Führung m aus Messung ein zweiter Kluppenarm b parallel zum ersten bequem und sicher hin- und herbewegen. Die senkrechte Stellung dieses Armes zum geteilten Stabe wird noch weiter durch die metallene Strebe n gesichert. Da sich der Arm b ebenfalls um eine feste Achse bewegen läßt, so kann auch er durch eine Handbewegung an den Stab niedergelegt werden, wie solches aus der etwas vergrößerten Zeichnung B ersichtlich ist. Eine weitere bei c' angebrachte Schraube verbindet die beiden Arme fest mit dem Kluppenstabe, so daß das Ganze dann einen nicht schweren, sogar ganz bequemen Stock bildet.*) Mit der Kluppe arbeitet man sicher und rasch und haben wir dieselbe namentlich bei Exkursionen und kleineren Stamm- und Bestandesaufnahmen, bei welchen man sich nicht mit schwerfälligen anderen Werkzeugen belästigen will, recht praktisch gefunden.

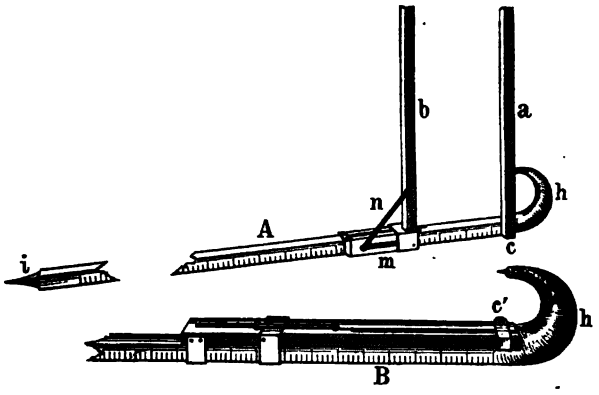


Fig. 8.

B. Kluppen mit zwei beweglichen Schenkeln.

Die eben beschriebenen Kluppen-Konstruktionen mit einem festen und einem beweglichen Schenkel waren unseres Wissens, abgesehen von einzelnen unwesentlichen Modifikationen, bis zum Jahre 1858 die bekanntesten. Um diese Zeit veröffentlichten Oberförster Friedrich und Forstkommissar Püschel, später Oberförster Stahl (1863) und Andere, Kluppen mit zwei beweglichen Schenkeln, also von wesentlich verschiedenem System, von welchen die wichtigsten ebenfalls hier folgen sollen.

*) Mechanikus Sedlmayer in München, welcher jetzt diesen Kluppenstock anfertigt, hat in neuester Zeit die Schraube bei c' (in der Zeichnung verdeckt) durch eine Feder ersetzt, welche man nur niederzudrücken braucht, um die beiden Arme aufrichten zu können.

a. Die Friedrich'sche Kluppe. Der gräflich Heinrich Georg Longueval v. Buquoi'sche Oberförster Josef Friedrich zu Jakule in Böhmen erfand nach seiner eigenen uns gemachten schriftlichen Mitteilung im Oktober 1858 eine Kluppe, welche sich durch große Einfachheit und Genauigkeit, leider aber nicht durch allgemeine Anwendbarkeit auszeichnet.

Die an den meisten bis jetzt beschriebenen Kluppenformen, zur Verhinderung des ungleichmäßigen Ganges, des Schwindens und Quellens u. s. w. angebrachten Vorrichtungen waren entweder kompliziert oder entsprachen nicht immer vollständig ihrem Zwecke. Oberförster Friedrich hat nun diesen Übelstand durch eine Konstruktion beseitigt, von der man behaupten kann, daß sie nicht leicht noch einer größeren Vereinfachung fähig ist. Man denke sich (Fig. 9) zwei gleich lange, etwa 40 mm breite und 30 mm dicke Maßstäbe c e und a c (letzterer ist durch c e zum Teile verdeckt) und nahe an deren Enden a und c senkrecht je einen festen Schenkel c d und a b eingefügt, ferner auf dem einen Maßstab a c eine auf dem Schenkel a b senkrecht stehende schmale Leiste, von paralleltrapezförmigem Querschnitt so angebracht, daß die kürzere parallele Seite des Trapezes auf a c aufliegt, und endlich längs dem Maßstabe c e eine dem Querschnitt der genannten Leiste entsprechende Nut, welche zu dem Schenkel c d senkrecht steht, so ist die Kluppe in der Hauptsache und abgesehen von der Teilung schon fertig. Die beiden Maßstäbe c e und a c lassen sich dann, ohne auseinander zu fallen, nach dem Prinzip der Schwalbenschwanzleisten, beliebig leicht ineinander hin- und herschieben, und die beiden Schenkel c d und a b müssen bei dieser Bewegung natürlich ihre parallele Lage vollständig behalten. Selbstverständlich muß der Querschnitt der Nut etwas größer als derjenige der Leiste sein, damit letztere leicht in der Nut verschoben werden kann, was aber bei dieser Art der Einrichtung zu keinem Fehler Veranlassung giebt.

Fig. 9.

Ein weiterer Vorzug dieser Kluppe besteht noch darin, daß die Maßstäbe c e und a c nur die halbe Länge wie bei den bereits beschriebenen Kluppen zu haben brauchen, um doch gleich starke Durchmesser wie dort messen zu können. Ist nämlich der Maßstab e e von der innern Kante

des Schenkels c d angefangen bis zum Ende e, z. B. in 12 Centimeter (oder in noch kleinere Teile) geteilt, so braucht man den zweiten Maßstab a c nur in der Richtung nach c hin zu verschieben, um alle Baumdurchmesser von 1—12 Centimeter messen zu können. Teilt man nun den in der Figur teilweise verdeckten, gleich langen Maßstab a c von 13 Centimeter anfangend fortlaufend in gleicher Weise bis zu 24 Centimeter ein, wie dies aus der Zeichnung ersichtlich, so ist klar, daß man mit dieser Kluppe auch Bäume von 12—24 Centimeter messen kann, wenn man in diesem Falle die beiden Maßstäbe nicht wie vorhin zusammen, sondern entsprechend auseinander schiebt. Würden z. B. die beiden Schenkel a b und c d in ihrer gegenwärtigen Stellung gerade mit ihren inneren Kanten einen Baumstamm umfassen, so hätte derselbe einen Durchmesser von 18 Centimeter.

Wollte man eine Kluppe zur Messung der Durchmesser z. B. bis zu 100 Centimeter konstruieren, so hätte man die beiden Maßstäbe a c und c e je nur etwas über 50 Centimeter lang zu machen, die senkrecht stehenden Arme müßten ebenfalls mindestens eine Länge von 50 Centimeter besitzen. Die geteilten Stäbe der Friedrich'schen Kluppe besitzen daher auch nur die halben Dimensionen, als andere für gleiche Verhältnisse konstruierte derartige Instrumente, ein Vorzug, der hinsichtlich des Gebrauches und des leichteren Transportes immerhin anzuschlagen ist.

Das ganze Instrument ist von Holz und läßt sich für einen Preis von 4—5 Mark leicht herstellen. Die Kluppe ist jedoch auch nicht ohne Schattenseiten. Liegende Stämme können nämlich mit derselben, ohne daß man sie wendet, nicht übers Kreuz gemessen werden; auch bewegen sich bei feuchtem Wetter hölzerne Kluppen schwer, wenn sie nicht aus sehr gutem Material, d. h. aus Holz, welches sich nicht wirft, angefertigt werden.

Die Friedrich'sche Kluppe wurde 1869 von Robert Micklitz etwas abgeändert, namentlich mit hölzernen Handhaben versehen und zum Einlegen der Arme eingerichtet. Eine so abgeänderte Kluppe von Holz kostet 6 Mark, von Metall aber 24 Mark*).

b) Die Kluppe von Püschel. Eine auffallende Erscheinung ist es, daß ganz in derselben Zeit (Novemberheft der Allg. Forst- und Jagdzeitung pro 1858) Forstkommissär Püschel aus Dessau eine Baumkluppe beschrieb, welche im Prinzipe mit der Kluppe von Friedrich ganz übereinstimmt, und von welcher Püschel äußert, daß der Erfinder dieses Instrumentes nicht bekannt sei. Die von Püschel beschriebene Kluppe weicht jedoch von

*) Vgl. Forst- und Jagdkalender für Österreich 1869, S. 68 (sub Nr. 4).

der Friedrich'schen einmal darin ab, daß bei letzterer die Schenkel c d und a b fest mit den Linealen a e und c e verbunden sind, während diese bei ersterer sich in die Maßstäbe einlegen lassen; sodann haben bei der von Püschel beschriebenen Kluppe die Leiste und Nut, in welcher sich die beiden Maßstäbe bewegen, rechteckige Querschnitte, so daß die beiden Maßstäbe nicht von selbst zusammengehalten werden, sondern durch drei Messingbänder mit einander verbunden werden müssen, was bei dem Friedrich'schen Instrumente hinwegfällt.

c) Die Kluppe von Stahl*). Der nun verstorbene und um die Holzmeßkunde verdiente K. preuß. Oberförster Stahl in Rüdersdorf veröffentlichte eine Kluppe, welche offenbar der Friedrich'schen Kluppe, die wir schon in der ersten Auflage dieses Lehrbuches beschrieben, nachgebildet ist. Sie stimmt mit letzterer in der Konstruktion überein, unterscheidet sich von derselben wesentlich nur darin, daß sie noch eine Nonius-vorrichtung enthält, um für genauere Messungen auch noch kleinere Dimensionen ablesen zu können.

Die Stahl'sche Kluppe wurde zur Zeit der Veröffentlichung von dem Tischlermeister Arendhold in Rüdersdorf bei Berlin mit feststehenden Schenkeln für 2,25 Mark, mit Schenkeln zum Zusammenlegen für 5 Mark gefertigt.

d) Die hölzerne Patentkluppe von Handloß**). Die Wiege dieser Kluppe soll in Salzburg stehen, woselbst der Erfinder wohnt. Aus Fig. 10, welche die Kluppe zur Darstellung bringt, geht aber hervor, daß dieselbe sich prinzipiell von der älteren Friedrich-, Püschel-, Stahl'schen Kluppe nicht unterscheidet. Es ist auch eine Kluppe mit zwei beweglichen Schienen, nur bildet der Querschnitt der Nut, in welcher sich dieselben bewegen, kein Paralleltrapez (Friedrich), auch kein Rechteck (Püschel), sondern die komplizierte Form b, Fig. 10. Die beiden mit Handhaben versehenen Kluppenarme a und c werden an den zwei beweglichen Schienen durch je zwei Schrauben a befestigt. Das Instrument ist sehr leicht und handlich, hat aber den Nachteil, daß die Befestigung der Arme mit nur je zwei Schrauben, die noch dazu in Holz gehen, für die Dauer nicht solide genug

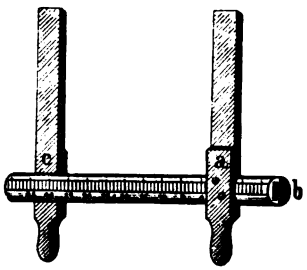


Fig. 10.

*) Vergl. forstl. Blätter von J. Th. Grunert, 1863, Seite 138—146.

**) Vergl. Centralblatt für das gesamte Forstwesen von Hempel. Jahrg. 1875, S. 197.

ist, auch lassen sich die beiden Schienen, wegen des komplizierten Durchschnittes der Nut, bei nassem Wetter schwer hin- und herschieben, wie überhaupt die ganze Kluppe, vielfachen Gebrauch vorausgesetzt, kräftiger gebaut sein sollte. Endlich hat die Handloß'sche Kluppe mit allen Kluppen mit zwei beweglichen Schienen den Mißstand gemein, daß mit ihr liegende Stämme nicht übers Kreuz gemessen werden können, ohne sie zu wenden. Eine Handloß'sche Kluppe kostet 9 Mark.

e) Die Kluppe von Wagner*). Dieselbe soll schon 1867 vom damaligen Forstrat und Professor Wagner an der Berg- und Forstakademie in Schemnitz in Ungarn nach eigenen Angaben konstruiert worden sein, ist aber im Prinzip nur eine Nachahmung der älteren Kluppen mit zwei beweglichen Schenkeln, nur ist an derselben noch eine Feder angebracht. Der Querschnitt der Nut ist derselbe, wie bei der Handloßschen Kluppe, die Befestigung der ebenfalls mit Handhaben versehenen Arme ist eine solidere, wie überhaupt das ganze Werkzeug, welches bei Tischlermeister Brandenburg in Schemnitz für 7 Mark zu haben ist, sich durch kräftigeren Bau auszeichnet.

C. Die Scherenkluppe von Ch. Lütken.**)

Der dänische Forsttaxator Ch. Lütken zu Kopenhagen hat eine Kluppe Fig. 11, konstruiert, welche er wegen ihrer scherenähnlichen Bewegungsart Scherenkluppe (saksklup) genannt hat. Dieselbe beruht auf dem theoretisch richtigen Satze, daß, wenn sich zwei gleich lange Stäbe a d und b c genau in ihrer Mitte um eine gemeinschaftliche Achse drehen, die Linien a c und b d (Kluppenarme) parallel laufen müssen***. Die wesentlichen Bestandteile dieser Kluppe sind: zwei Meßarme g h und b f, welche zum Abgreifen des Baumdurchmessers dienen, zwei Bewegungsarme a und b, welche die Meßarme in Bewegung setzen, und ein Meßlineal h i, an dessen Skala die durch den Abstand der Meßarme angegebene Baumstärke abgelesen wird. Näheres kann am genannten Orte über dieses Instrument nachge-

*) Vergl. Centralblatt für das gesamte Forstwesen von Hempel. Jahrg. 1876, S. 89.

**) Vergl. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Dankelmann. Jahrg. 1877, S. 467.

***) Die Idee, auf diesem Prinzipe beruhende Kluppen zu konstruieren, ist jedoch nicht neu. Bereits im Jahre 1850 hat Wolff in Montcbaur (vergl. Allgem. Forst- und Jagdzeitung von 1850, S. 220 und 221) eine Kluppe veröffentlicht, bei welcher die gleichmäßige und parallele Bewegung der beiden Kluppenarme auf einem Mechanismus nach Art eines Storchschnabels beruht. Diese Kluppe ist zugleich eine selbstregistrierende Kluppe und wohl die erste Konstruktion dieser Art.

lesen werden, welches sich mehr durch das ihm zu Grunde liegende Prinzip, als durch Zweckmäßigkeit, Billigkeit und allgemeine Brauchbarkeit auszuzeichnen scheint.

D. Die Heidler'sche Präzisions-Baummeßkluppe.*)

Im Prinzipe ist diese theoretisch richtig konstruierte Kluppe der Scherenkluppe von Ch. Lütken nachgebildet, nur besteht das Material, mit Ausnahme des Maßstabes, Fig. 13, aus Metall.

Zwei gleich lange gerade Metallstäbe A B und C D, Fig. 12, lassen sich genau in ihrer Mitte um einen Drehzapfen Z drehen; es ist daher leicht einzusehen, daß nach jeder beliebigen Stellung der Stäbe die beiden

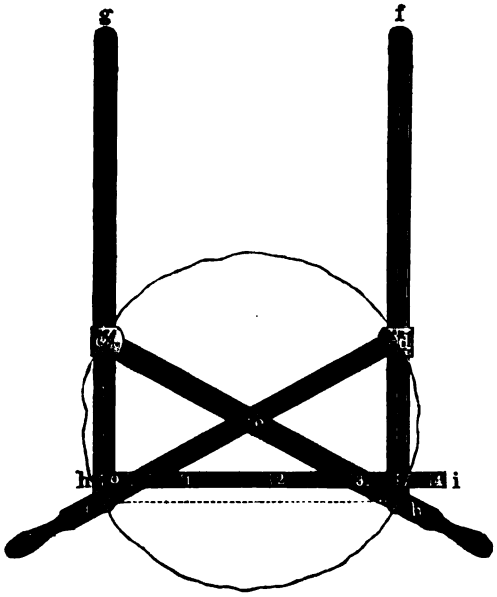


Fig. 11.

Linien A C und B D immer zu einander parallel laufen müssen. Verbindet man daher die gegenüberliegenden Stabenden A, C und B, D durch je einen Kluppenarm A C und B D in der Art, daß die Stabenden in A und D drehbar, die Stabenden C und B aber drehbar und durch eine angebrachte kleine Rollenvorrichtung auch verschiebbar sind, so müssen offenbar die inneren Seiten A C und C D der beiden Kluppenarme zu einander parallel laufen. Soll nun mit einem solchen Instrumente der

*) Beschrieben von dem Erfinder Joseph Heidler, k. k. Forstingenieur in Gmunden, im Centralblatt für das gesamte Forstwesen. Wien. Jahrgang 1889, Seite 6—13.

Durchmesser eines Baumes gemessen werden, so legt man die innern Seiten der Kluppenarme an die betreffende Stelle derselben an und es kann dann die Ablesung in Centimetern an der dem Arme A C angebrachten Teilung am Indexstriche J leicht abgelesen werden. Es ist einleuchtend, daß bei dieser Konstruktion die Entfernung der Teilstriche in der Richtung von C nach A zunehmen muß.

Fig. 12.

Fig. 13.

Um jedoch noch genauere Ablesungen mit der Kluppe machen zu können, hat Heidler auf der Rückseite der Kluppe noch einen in mm geteilten Maßstab von Buchsbaumholz F G, Fig. 13, angebracht, an welchem man mittelst des Nonius F bis auf Zehntel von Millimetern ablesen kann. Nach dem Gebrauche dreht man den Maßstab F G um den Stift bei G und legt ihn in die Zwinge bei E, Fig. 13, ein.

Vorstehendes dürfte zum Verständnis des Prinzips der Kluppe genügen. Der weitere Gedanke, die Kluppe durch Anbringen von einer Visiervorrichtung, einer Aufsatzlibelle oder einem Senkel zur Bestimmung von Vertikalwinkeln einzurichten, scheint kein glücklicher zu sein.

Was die praktische Verwertbarkeit der Heidler'schen Kluppe anlangt, so ergeben sich, trotz des theoretisch richtigen Prinzips, wie bei der Kluppe von Lütken, mancherlei Anstände, welche sich in folgenden Punkten zusammenfassen lassen:

1. Die Kluppe ist für wirtschaftliche Zwecke zu teuer (16 Fl. österr. Währ. um Maximalstärken von 70 cm messen zu können).

2. Die Kluppe ist von Metall und darum schwer (Gewicht ca. 2 kg), während andere Kluppen nur $^1/_3$—$^1/_2$ des Gewichts besitzen. Dieses große Gewicht wirkt um so unangenehmer, als der Schwerpunkt der Kluppe zu weit vom Stützpunkte entfernt liegt*). Um diesen Übelstand zu beseitigen und wohl noch aus anderen Gründen, empfiehlt daher auch der Erfinder die Anschaffung von verschiedenen Kluppen, etwa für die Maximaldurchmesser von 80, 65, 50 und 35 cm, wodurch aber neue Ausgaben erwachsen.

3. Bei schwachem Durchmesser liegt Fig. 12, der Indexstrich J zu weit vom Auge weg, was um so leichter zu Ungenauigkeiten führt, als dort die Teilstriche der Schienen A C an und für sich schon sehr nahe bei einander liegen.

4. Die Noniuseinrichtung und insbesondere die Ablesung bis auf Zehntel Millimeter ist wertlos, indem sich, je nachdem man die Kluppenarme etwas mehr oder weniger stark zusammendrückt, Differenzen von reichlich 1—2 cm ergeben, was bei anderen Kluppenkonstruktionen unmöglich ist.

5. Keine andere Kluppe „federt" so stark als die Heidler'sche.

E. Die selbstregistrierende Baumkluppe von H. Reuß.**)

Die von dem Forstmeister H. Reuß erfundene Kluppe stellt in der Konstruktion das System G. Heyer-Staudinger dar. Neu ist an derselben ein am beweglichen Schenkel angebrachter Registrier-Apparat mit Zählwerk, welcher zum Schutze vor Staub und Beschädigungen mit einem Blechkästchen gedeckt ist, dessen Oberdeckel d (Fig. 14) mit Hilfe eines beigegebenen Stiftschlüssels, auch mit der Spitze eines Nagels oder Messers, geöffnet werden kann.

Der Mechanismus ist folgender: Ein auf dem Deckel hervorragender Knopf k befindet sich auf einem um eine Achse drehbaren Arm, welcher mittelst eines Sperrhakens (Anker) in ein mit 10 Zähnen versehenes Steigrad eingreift und so durch Niederdrücken des Knopfes die mit diesem Steigrad in fester Verbindung befindliche Welle um ihre Achse bewegt.

Diese Welle trägt eine im Umfange in 10 Teile geteilte und von 1—10 bezifferte Trommel, ist aber auch noch mit einem Schneckengewinde versehen, welches in ein mit 100 Zähnen versehenes Zahnrad eingreift. Auf der Achse dieses Rades sitzt mit Friktion eine Zählscheibe, welche in

*) Vergleiche Langenbacher in der österr. Forstzeitung von 1889, Nr. 33.

**) Beschrieben nach Patent Reuß-Kraft. Die Priorität des Gedankens, selbstregistrierende Kluppen zu konstruieren, gebührt Wolff in Montebaur. (Vgl. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung 1850, Seite 220.)

100 gleiche Teile geteilt und von 1—1000 beziffert ist. Durch einmaliges Niederdrücken des Knopfes k bewegt der Anker das Steigrad um einen Zahn, somit einen Punkt der Trommel um den 10. Teil ihres Umfanges; beim 10maligen Niederdrücken erfolgt die Drehung dieser Trommel einmal im Kreise herum und die Bewegung eines Punktes am Umfange der Zählscheibe um den 100. Teil derselben. Mit Hilfe der zur Trommel und Zählscheibe gehörigen Indices kann man sohin an der ersteren die Einheiten, an der letzteren die Zehner und Hunderter der erfolgten Bewegungen des Knopfes k ablesen.

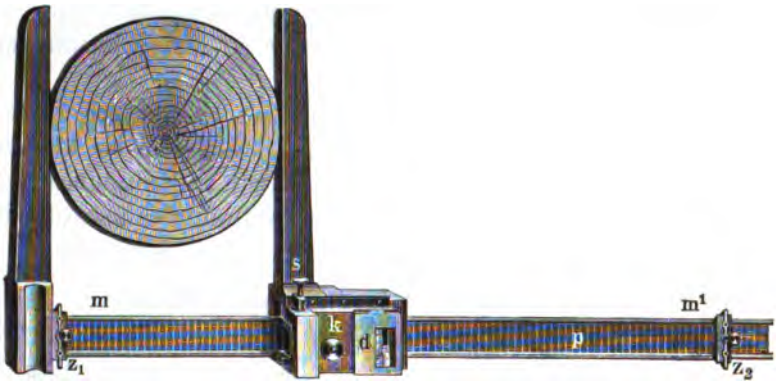


Fig. 14.

Durch diese Bewegung wird aber gleichzeitig ein Pikierstift in den in die geteilte Maßschiene m m′ eingelegten Papierstreifen p eingedrückt. Dieser Stift kann aber auch mit Hilfe des seitwärts aus dem Schutzkasten herausragenden Schraubenkopfes s durch Umdrehen nach der ganzen Breite des Papierstreifens noch verschoben werden.

Vor dem Gebrauche wird zunächst ein in cm geteilter Papierstreifen p in die Maßschiene m m′ eingelegt und mittelst der eisernen Zwingen Z_1 Z_2 so festgespannt, daß die vollen Teilstriche des Papierstreifens auf die Mitte der auf der Hochkante der Maßschiene befindlichen Centimeterteilung zu liegen kommen, wodurch der allgemeinen Regel „über halb gilt als voll“ Rechnung getragen wird. Sodann muß der Zählapparat auf „Null“ d. h. so gestellt werden, daß sowohl auf dem Index der Trommel, als auch der Zählscheibe sich die Ablesung „Null“ ergiebt. Zu diesem Ende drückt man den Knopf k so oft mal nieder, bis am Trommelindex „Null“ erscheint, sodann öffnet man mittelst des Stiftschlüssels den Deckel d und dreht mit freier Hand die Zählscheibe so lange, bis auch an ihrem Index „Null“ gelesen wird.

Auch soll beim Beginn der Arbeit der Pikierstift nahe an den einen oder den anderen Rand des Papierstreifens gestellt und nach 10—20 Pikierungen durch eine halbe Umdrehung der Schraube s der Pikierstift nach und nach vom Rande des Papierstreifens entfernt werden. Man will auf diese Weise die Pikierung auf der ganzen Breite des Papierstreifens verteilen und dadurch Doppelpikierungen aus dem Wege gehen. Je mehr sich die Stammmarken in einer Stärkeklasse häufen, um so öfter soll das Verstellen des Pikierstiftes vorgenommen werden.

Diese selbstregistrierende Kluppe soll den Vorteil bieten, daß man ein Aufnahmeregister (Manual) nicht zu führen braucht, den zur Führung desselben seither nötigen Beamten daher ersparen kann. Die Abzählung ergiebt sich einfach aus der Zahl der auf dem Papierstreifen befindlichen, zu einer Stärkeklasse gehörigen Stiche.

Dagegen wird bei der Aufnahme des Nutzholzes in Schlägen immer ein Manual geführt, weil es ja für den Verkauf notwendig ist, jeden Stamm nach seiner Nummer, Länge und Stärke einzutragen. Für solche Zwecke wäre daher auch eine einfachere und billigere Kluppe mehr am Platze.

Jedenfalls darf die neue Kluppe eine schöne und sinnreiche Erfindung genannt werden. Ob sich dieselbe aber für Zwecke der Bestandesaufnahme in der großen forstlichen Praxis einbürgern wird, das ist eine andere Frage; denn tadellos kann die Kluppe noch nicht genannt werden. Der eingezogene Papierstreifen bleibt bei eintretendem Regenwetter nicht hinreichend fest, die kleinen Stiche auf demselben können sich leicht zuschmieren, das Vorschieben des Stiftes s verhütet nicht ganz die Markierung ganz gleich starker Stämme in ein und derselben Stichöffnung, wodurch sich eine geringere Stammzahl ergeben muß. Wird der Knopf nicht immer stark eingedrückt, so wird der Stamm überhaupt nicht markiert, auch aus Zerstreutheit kann der Arbeiter einmal markiren, ohne daß er einen Stamm gemessen hat. Die nachfolgende Zusammenstellung der Stammzahlen nach Stärkeklassen auf Grund der Marken auf dem Papierstreifen ist auch mit Mühe und Zeitaufwand verbunden und wird nicht immer ohne allen Fehler erfolgen. In gemischten Beständen markiert die Kluppe nicht die einzelnen Holzarten. Man müßte also den Bestand für jede Holzart wieder besonders durchgehen, was zeitraubend ist und leicht zu kleineren Fehlern Veranlassung giebt. Endlich ist die Kluppe, infolge ihrer komplizierten Konstruktion, auch für den gewöhnlichen Dienstgebrauch immerhin etwas teuer. Der Preis einer bis auf 80 cm geteilten Kluppe

nebst einem Reservestift und 5 geteilten Papierstreifen beträgt loco Wien 32 fl. 100 geteilte Papierstreifen 5 fl. Die Kluppe wird vom Mechaniker E. Kraft & Sohn in Wien geliefert.

F. Die Druck-Registrierkluppe von H. Eck.

Der Revierverwalter H. Eck in Gera (Reuß) hat vor einigen Jahren diese Kluppe beschrieben und sich ein Patent auf dieselbe genommen. Mit dieser Kluppe, Figur 15, werden die abgegriffenen Maße sofort durch Zifferdruck auf Papierband notiert. Das 20 m lange Papierband klebt man mit einem Ende auf die Welle der Rolle b und wickelt es auf, steckt die Rolle an, führt das Band zwischen bezifferter

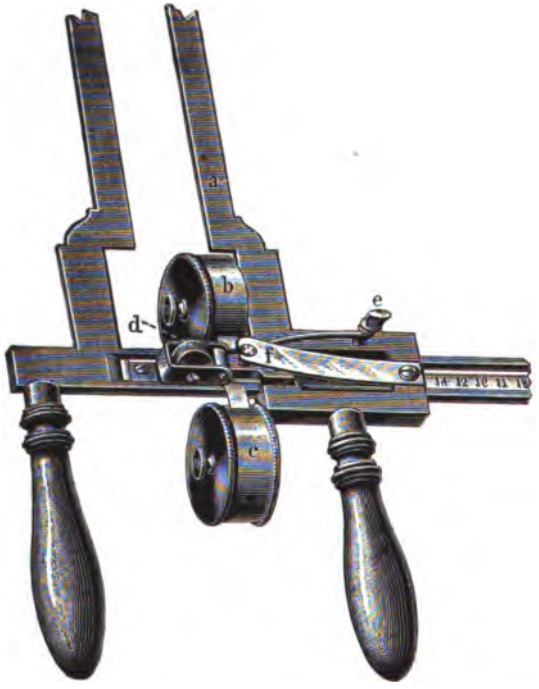


Fig. 15.

Schiene und Druckplatte hindurch, klebt es auf die Welle der Rolle c und zieht es durch Drehung dieser straff. Mit ölfreier Stempelfarbe wird die Färbewalze d mäßig getränkt. Hat man ein Maß abgegriffen, so legt man den Daumen der rechten Hand mit leichtem Druck auf die Feder f, womit der Abdruck des Durchmessers auf dem Papierstreifen voll-

zogen ist, der sich während des Gebrauchs nach und nach von der Rolle b ab, und auf die Rolle c wickelt. Näheres kann aus der Beschreibung dieser Kluppe, welche der Erfinder versendet, entnommen werden. Wir wollten sie hier nicht ganz übergehen, glauben aber nicht, daß sie bei den Praktikern eine größere Verwendung finden wird, weil sie eine Menge von Schattenseiten besitzt, welche hier nicht näher auseinandergesetzt werden können.

Die Kluppe ist je nach der Größe 1,25—1,85 kg schwer und kostet 43—48 Mk., wozu noch die Kosten für Papierrollen, Stempelfarbe u. s. w. kommen.

G. Universalkluppe von A. Treffurth.*)

Forstassistent A. Treffurth zu Ebeleben in Thüringen hat zwei Winkelspannen konstruiert, mit welcher sich der Durchmesser aus drei Radien ergeben soll, während derselbe bei Kluppen mit Parallelschenkel nur aus zwei Radien abgeleitet wird. Neu ist an diesem System, daß die beiden Kluppenschenkel nicht parallet sind, sondern sich unter einem Winkel vereinigen. Weiter sind die beiden Schenkel noch durch ein drittes Stück, mit Teilung zum Ablesen der Durchmesser, verbunden, welches bei der Blochholzspanne ein gerades Lineal, bei der Bauholzwinkelspanne einen Kreissektor bildet. Bei der Messung wird der Baum so zwischen die beiden Winkelschenkel genommen, daß derselbe auch noch an dem Verbindungsstücke anliegt; der an letzterem abzulesende Durchmesser ergiebt sich als Mittel aus den Radien.

Die mit dieser Kluppe angestellten Versuche, verglichen mit den Ergebnissen der G. Heyer'schen Kluppe, sollen günstige Resultate geliefert haben. Weitere Erfahrungen sind abzuwarten, ehe sich ein definitives Urteil über die neue Erfindung wird fällen lassen.

Eine Blochholzwinkelspanne kostet 15 Mark, eine Bauholzwinkelspanne kostet 9 Mark.

H. Die Kubierungskluppe.

Dieses Instrument, obgleich auch zum Abgreifen der Durchmesser geeignet, dient doch vorzugsweise zum direkten Ablesen der Kubikinhalte, in Kubikmetern und Hundertteilen desselben, wenn Durchmesser in Centimetern und Länge in Metern gegeben sind.

a) Die württemberg'sche Kubierungskluppe. Sie ist von Forstmeister Waldraff in Neuenbürg im Schwarzwald erfunden und seit

*) Näheres: Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Dankelmann. Jahrgang 1888, Seite 493.

1863 in ſolchen Forſtämtern Württembergs eingeführt*), in welchen die Nadelnutzholzwirtſchaft ganz in den Vordergrund tritt und die Stämme

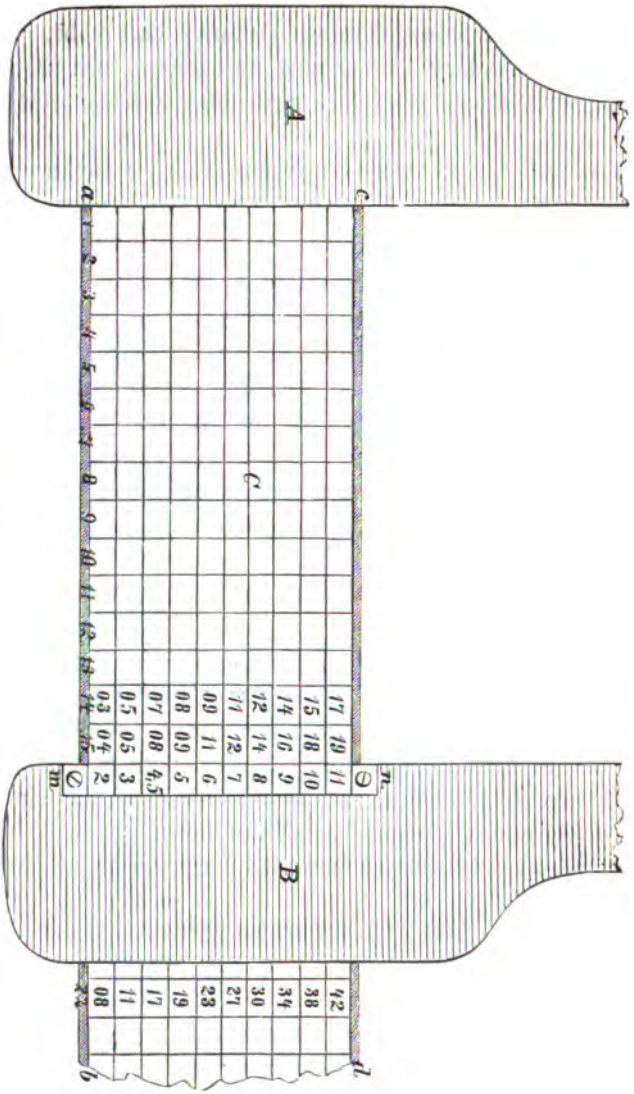


Fig. 16.

von den Händlern nur von vorausbeſtimmten Längen verlangt werden. Die Konſtruktion der Kluppe geht, ſoweit wie notwendig, aus

*) Vergl. Amtsblatt der K. W. Forſtdirektion von 1863, S. 10.

Fig. 16 hervor, welche den charakteristischen Teil derselben in halber natürlicher Größe zur Anschauung bringt.

A stellt den festen Schenkel, C den Maßstab mit rechteckiger Querfläche vor, in welchem der bewegliche Schenkel B nach dem Prinzip der Barth'schen Kluppe leicht auf- und abgeschoben werden kann. Zur Verminderung der Reibung werden die beiden schmalen Seiten a b und c d des Maßstabes mit einer Messingschiene umgeben, und die Seite a b noch überdies von Centimeter zu Centimeter eingeteilt; die Zahlen sind in Messing eingeschlagen, wie dieses aus der Zeichnung hervorgeht. An der inneren Kante m n des beweglichen Schenkels B ist ein Messingstreifen angeschraubt, der die Stammlängen 2, 3, 4,5, 5 ... bis 11 Meter enthält. Nach diesen Durchmessern und Längen ist nun der ganze Maßstab mit einem Netz kleiner Rechtecke überlegt, in welche die dem Durchmesser und der Stammlänge entsprechenden Kubikinhalte eingeschrieben sind. Der Maßstab in Verbindung mit der Skala an dem beweglichen Schenkel stellt also eine Kubiktafel im Kleinen vor. Auf der anderen Seite des Maßstabes ist die Einteilung ganz dieselbe, nur sind auf dem Messingstreifen m n des beweglichen Schenkels B andere Stammlängen, nämlich die Längen 12, 13, 14 .... bis 24 Meter eingetragen. Es können daher mit dieser Kluppe die Kubikinhalte für alle Stämme direkt abgelesen werden, welche mittlere Durchmesser von 1—100 Centimeter besitzen und sich in den Längen von 2, 3, 4,5, 5, 6 .... bis 24 Meter bewegen.

Der Gebrauch des Instrumentes ist höchst einfach. Angenommen ein Stamm sei 9 Meter lang, so legt man die Kluppe in der Stammesmitte an, drückt die Schenkel fest an die Rinde des Stammes und liest die unmittelbar neben 9 der Skala m n stehende Zahl, in der Figur 16 z. B. 16, d. h. 0,16 Festmeter ab. An der schmalen Seite a b des Maßstabes wird dann die Zahl 15 stehen, d. h. ein Stamm von 9 Meter Länge und 15 Centimeter Durchmesser hat einen Inhalt von 0,16 Festmeter. Eine solche Kluppe bietet den Vorteil, daß die Kubikinhalte bei der Schlagaufnahme unmittelbar in die Aufnahmeregister (Nummerbücher) eingeschrieben werden können.

b) Die Kubierungskluppe (Revolverkluppe) von Haumann.*) Dieselbe ist noch nirgends beschrieben, das der forstlichen Versuchsanstalt in München gehörige Exemplar, Fig. 17, verdanken wir der Güte des Erfinders. Die Kluppe dient zum Messen der Durchmesser und zur direkten Kubierung der Stämme von gegebenen Längen und Stärken. Auf

*) Kgl. bayr. Forstmeister.

der Schiene sind nicht, wie bei der Kluppe von Waldraff, die Kubikinhalte eingeschrieben, sondern dieselben stehen auf den sechs Seiten eines sechsseitigen Prismas, welches in die Schiene bei fg eingelegt ist. Bei g kann das Prisma so gedreht und wieder festgestellt werden, daß stets eine Prismaseite vorliegt (daher der Name Revolverkluppe), auf welche die Kubikinhalte eingeschrieben sind, welche den in Centimetern gemessenen Durchmessern und der Länge des Stammes entsprechen. Selbstverständlich ist die Kluppe nur für sechs verschiedene Stammlängen brauchbar, was ihrer allgemeinen Verwendbarkeit hindernd entgegensteht. Eine Verbesserung wäre aber noch in der Richtung möglich, daß man auf der Schiene zwei Prismen neben einander einlegt, wodurch sie dann für zwölf verschiedene Stammlängen tauglich würde.*) Übrigens werden

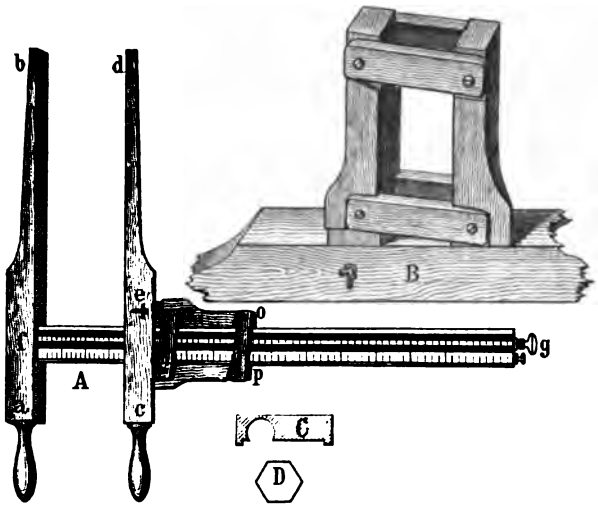


Fig. 17.

derartige Kluppen keine große Zukunft haben. Die in einem Reviere üblichen sechs Stammlängen sind am Ende der einzelnen Prismenseiten eingeschrieben. Legt man durch Drehung und Hemmung, z. B. die Klotzlänge 5 m vor, so wird dann in der Klotzmitte der Stamm zwischen die beiden Kluppenarme gefaßt und der zugehörige Inhalt an der inneren Kante des beweglichen Schenkels an der Prismaseite abgelesen.

*) Mechanikus Sedlmayer in München fertigt in neuerer Zeit Kubierungskluppen ganz nach dem Waldraff'schen Prinzipe, die geteilte Schiene enthält aber nur die in Oberbayern üblichen Klotzlängen, die Kluppe ist also für Waldungen mit Langholzwirtschaft unbrauchbar.

Neu, und vielleicht nicht ohne Zukunft, ist die verstellbare Führung m n o p am beweglichen Schenkel c d der Kluppe. Die Führung besteht im allgemeinen aus Holzstücken, welche durch die Stiften m n o p unter einander verbunden sind und je nach der Stellung bald ein Rechteck, bald ein Parallelogramm mit zwei gleichen Spitzen und stumpfen Winkeln bilden. Bei e ist nämlich der bewegliche Kluppenarm aufgeschnitten und mit einer Schraube e versehen. Wird dieselbe aufgelößt, so läßt sich das die Führung bildende Leistensystem so verstellen, daß die inneren Seiten m o und n p, welche die geteilte Schiene berühren, immer parallel bleiben, dabei aber, je nach der Stellung derselben, verschieden stark anliegen. Hierdurch werden die Fehler und Unbequemlichkeiten, welche durch zu lockeren oder festen Gang entstehen, vermieden. Die Zeichnung B stellt in größerem Maßstabe einen Teil des beweglichen Schenkels dar und gestattet einen besseren Einblick in die Führung. C ist ein Querschnitt der Schiene, D ein Querschnitt des sechsseitigen Prismas. Die Kluppe kostet 18 Mark.

c) Die Forstbestands-Massenkluppe von Hirschfeld.*) Die Massenkluppe des kgl. preuß. Forstassessors Hirschfeld bezweckt in erster Linie ohne Führung eines Kluppenmanuals und ohne Massenberechnung die Ermittelung stehender Holzmassen. Der Gesamtfestgehalt und die Zahl der gemessenen Stämme soll direkt an den beiden Zählwerken abgelesen werden. Weiter dient sie zur Kubierung von Rundholzstücken, sowie einzelner stehender Bäume nach erfolgter Höhenmessung, zur Ermittelung der Stammgrundflächen einzelner Bäume und ganzer Bestände, zur Festgehaltsermittelung von Fichtenstangen aus Unterstärke (0,1 m über dem Boden) u. s. w.

Die Kluppe ist so kompliziert, schwerfällig und umständlich beim Gebrauch, daß wir auf Abbildung, Beschreibung und Gebrauchsanwendung hier verzichten müssen. Es genügt auf die patentierte Erfindung hingewiesen zu haben. Die Kluppe, welche 100 Mark kostet, wird wohl nie in der forstlichen Praxis Eingang finden.

Zum Schluß sei noch die Bemerkung beigefügt, daß es sowohl für Bestandes- wie Schlagaufnahmen bequem und nützlich ist, sich wenn möglich in Besitz mehrerer Kluppen von verschiedener Größe zu setzen. Für die Aufnahme jüngerer, dicht stehender Stangenhölzer eignen sich kleine, für ältere Bestände hingegen größere Kluppen. Stets aber muß der Maßstab

*) Deutsches Reichspatent Nr. 43624. Der Erfinder versendet auf Anfrage Beschreibung und Gebrauchsanwendung.

der Kluppe etwas länger als der größte zu wählende Durchmesser, der Schenkel aber etwas länger als der Halbmesser des dicksten Stammes sein.

Der Vorschlag, auf der Kluppe neben den Durchmessern auch noch die denselben zugehörigen Kreisflächen, ausgedrückt in Quadratmetern, einzuschreiben, ist höchstens für die Baumschätzung, nicht aber für die Bestandesaufnahme von einigem praktischen Wert, hat auch unseres Wissens in der Praxis nur beschränkten Eingang gefunden.

2. Der Kielmann'sche Baumtasterzirkel.

§ 4.

Dieses Instrument, welches zum „leichten und schnellen Messen der Stämme dienen soll, ist eine ältere Erfindung des Kgl. preußischen Försters Kielmann in Hasenfeld bei Neubruck*)

Der Baumtasterzirkel, Fig. 18, ist von Eisen, zangenförmig und mit zwei hölzernen Handhaben a und b versehen. Die beiden Arme a c und b d der Zange sind bei e durch einen Zapfen verbunden, um welchen sie beliebig, wie eine Schere, geöffnet und geschlossen werden können; von e nach c und d sind sie parabolisch gebogen und endigen mit den Knöpfchen c und d. An der Stelle f des einen Schenkels ist ein mit Messingblech beschlagener, nach dem Halbmesser e f gekrümmter Bogen angebracht, welcher den Schenkel b d bei h durchdringt und am Ende mit einem auf der Kehrseite befindlichen, hier unsichtbaren Schräubchen g endigt, wodurch das Herausfahren des Schenkels b d verhindert wird. Der Gradbogen f g kann auf der einen Seite in Centimeter derart geteilt werden, daß, wenn man den Durchmesser eines Baumes genau zwischen die beiden Knöpfchen c und d faßt, man an ersterem den Betrag bequem ablesen kann. Ferner befindet sich auf der der Teilung entgegengesetzten Seite, an der Stelle h, noch ein Klemmschräubchen, um ein beliebig bestimmtes Maß längere Zeit unverrückt festhalten zu können.

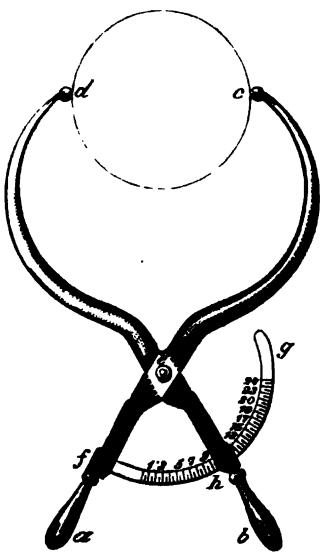


Fig. 18.

Der Baumtasterzirkel kam nie zu größerer Bedeutung; er wurde von Preßler

*) Vergl. allgem. Forst- und Jagdzeitung von 1840, S. 480 und neue Jahrbücher für Forstkunde von Wedekind 1841. Heft 20, S. 47.

in seinen holzwirtschaftlichen Tafeln wieder ans Tageslicht gezogen und warm empfohlen, steht aber an Güte und Bequemlichkeit jedenfalls einer gut konstruierten Kluppe wesentlich nach. Man arbeitet mit demselben für die Dauer nicht so schnell und die Durchmesserbestimmung ist bei stärkeren, mit einer dicken und aufgerissenen Borke versehenen Stämmen, ungenauer. Überdies besitzt der Baumtasterzirkel, weil er, ausschließlich der Handhaben, nur aus Metall besteht, ein mindestens doppelt so großes Gewicht, wie eine kräftige Kluppe. Letzteres verteilt sich weniger, wie bei der Kluppe, in den Armen, sondern liegt mehr in den Handgelenken, und ermüdet darum den Arbeiter, welcher den ganzen Tag damit messen soll, mehr als die Kluppe. Endlich liefert der Baumtasterzirkel nach den Untersuchungen von R. Micklitz auch um 3,24 Prozent zu kleine Resultate.*)

3. Das Meßband oder Spannmaß.

§ 5.

Die Fläche g eines Kreises läßt sich nicht nur aus dem Durchmesser d, sondern auch aus dem Umfange u ableiten; denn es ist bekanntlich $g = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, $u = d \cdot \pi$, $d = \frac{u}{\pi}$, folglich auch $g = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{u^2}{\pi^2} = \frac{u^2}{4\pi}$.

Das Meßband, Fig. 19, dient nun zum Messen der Baumumfänge und besteht in der Regel aus einem gefirnißten Pergamentstreifen oder einem festen Leinwandbande von 1,5—2 cm Breite und 2—5 m Länge. An dem einen Ende a (Fig. 19) befinden sich meist zwei Metall-

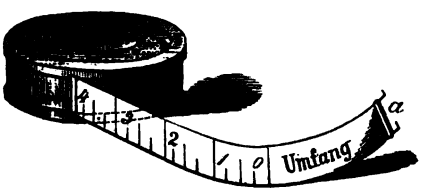


Fig 19.

häkchen, welche man bei sehr starken Bäumen in die Rinde eindrückt, um dann ungehindert das Band richtig um den ganzen Stamm schlingen zu können. Das andere Ende ist, der größeren Bequemlichkeit wegen, auf einer kleinen Walze c in der Mitte einer am Rande aufgeschnittenen dosenförmigen Kapsel befestigt, in welcher das Band aufbewahrt wird und

*) Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1860.

woraus es in jeder beliebigen Länge gezogen und wieder aufgerollt werden kann. Die Kapsel ist von Holz, Leder oder Metall. Seit Einführung des Metermaßes findet man vielfach sehr niedliche Meßbänder, bestehend aus einem höchstens 1 cm breiten dünnen Stahlstreifen und einer Stahlkapsel, in welche sich nach dem Gebrauch das Band durch eine Feder selbst zurückzieht.

Das Meßband selbst ist auf der einen Seite in Centimeter eingeteilt, dagegen befinden sich auf der anderen Seite häufig die diesen Umfängen entsprechenden Durchmesser in Zahlen eingeschrieben, welche natürlich um $\pi = 3{,}14 \ldots$ mal kleiner sind*). Auf manchen Meßbändern finden sich auch die den gemessenen Umfängen entsprechenden Kreisflächen in Quadratmetern und Teilen derselben angegeben. Wichtig ist für alle diese Vorrichtungen, daß sie nicht zu sehr mit eng bei einander stehenden Zahlen überladen werden.

Breite Meßbänder sind durchaus verwerflich, weil sie sich nicht enge genug um den Baum schlingen lassen und schon deshalb etwas zu große Resultate liefern. Hierzu kommt noch weiter, daß die den Baumumfängen entsprechenden Flächen dann immer etwas größer gefunden werden, wenn letztere keine Kreisflächen bilden. Überhaupt werden durch die Bänder allerlei Unebenheiten und Erhöhungen am äußeren Umfange des Baumes mitgemessen, was, wenn man noch überdies das Band nicht ganz richtig um den Schaft schlingt, bald zu kleinen, bald zu größeren Fehlern Veranlassung giebt. Da die Umfangsmessung ohnehin zeitraubender, als das Abgreifen der Durchmesser ist, so empfehlen sich Meßbänder weniger zu Bestandsaufnahmen im großen, wohl aber in einzelnen Fällen zum Gebrauch im kleinen, wie z. B. bei der Auswahl und Aufnahme von Probestämmen u. s. w., auf deren Berechnung wir später zurückkommen.

Da die Meßbänder 2—5 Meter lang und in Centimeter eingeteilt sind, so können sie, in momentaner Ermangelung von Stäben und Meßlatten (§ 7), auch wohl einmal zu Längenmessungen verwendet werden.

In Ermangelung eines Meßbandes kann man im Notfalle auch ein gut gezwirntes Stück Kordel zu Umfangsmessungen verwenden. Mit demselben wird der Baum umspannt, das Ergebnis dann auf irgend ein Längenmaß übertragen und abgelesen. Die mit dem Schwinden und Quellen der Meßbänder verbundenen Längenveränderungen, sowie andere

*) Ist der Umfang eines Kreises = u, der Durchmesser = d und die Ludolph'sche Zahl $\pi = 3{,}14159$, so ist bekanntlich: $u = d \times \pi$ oder $d = \frac{u}{\pi} = \frac{u}{3{,}14159}$.

an denſelben vorkommende Ungenauigkeiten werden hierdurch umgangen. Natürlich darf man von der Kordel, in dem eben bezeichneten Sinne, nur bei Arbeiten geringerer Ausdehnung und da Gebrauch machen, wo es ſich um ſehr ſcharfe Beſtimmung des Baumumfanges handelt.

4. Die Baum-Meßkette.

§ 6.

Die Baum-Meßkette (Fig. 20), welche man nicht mit der in der Geodäſie gebräuchlichen und zur Beſtimmung von Linien dienenden Meßkette verwechſeln wolle, wurde früher an manchen Orten, z. B. in Preußen, an Stelle des Meßbandes, zur Beſtimmung der Baumumfänge verwendet. Sie iſt aus Meſſing oder Stahl gefertigt, war früher (Figur 20) meiſt einzöllig gegliedert, mit beſonderen Zeichen für die Andeutung jedes Fußes und an einem Ende mit einem längeren drahtförmigen Spieße zum bequemeren Durchſtechen unter die liegenden Bäume, am anderen Ende mit einem Häkchen a zum Eindrücken in die Baumrinde verſehen. Die Baum-Meßkette diente zur Umfangsmeſſung liegender Bäume, hatte eine Länge von 2—3 m, beſaß aber dem ſchmalen Meßbande gegenüber mancherlei Nachteile, indem ſie ſich noch weniger enge, wie dieſes, an die Baumumfänge anſchmiegte und keine Kreislinie, ſondern eine Linie in Form eines den Kreis umſchließenden regelmäßigen Polygons bildete. Die Reſultate der Meſſung waren deshalb noch etwas größer wie bei ſchmalen Meßbändern. Den Vorzug hatte die Baum-Meßkette jedoch gegenüber dem Meßbande, daß ſie im Winter bei gefrorenem Boden, ſich leichter unter dem liegenden Baume durchziehen ließ und dabei weniger Beſchädigungen ausgeſetzt war. Nachdem man jetzt aber bei der Stärkemeſſung liegender Bäume allgemein zur Durchmeſſerbeſtimmung übergegangen iſt, hat die Baum-Meßkette nur noch hiſtoriſchen Wert.

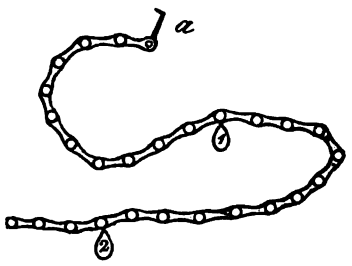


Fig. 20.

B. Inſtrumente zum Meſſen der Längen.

1. Der Maßſtab oder die Meßlatte.

§ 7.

Zur Meſſung der Baum-, Schaft-, Scheitlängen u. ſ. w. dient der Maßſtab oder die Meßlatte. Man wählt dazu gerade Holzſtäbe aus recht

trockenem, hartem und reifem Holze (Birnbaum, Eschen, Elzbeere u. s. w.), welche dem Werfen und Schwinden möglichst wenig unterworfen sind, läßt sie im Querschnitt rechteckig, etwas breiter als dick, ausarbeiten, an beiden Enden mit Eisenblech beschlagen, in Decimeter und zu genauen wissenschaftlichen Untersuchungen die beiden Enddecimeter auch noch in Centimeter teilen.

Die Länge dieser Stäbe wird am zweckmäßigsten mit der ortsüblichen Länge der Holzscheite in Übereinstimmung gebracht.

Da seit Einführung des Metermaßes im deutschen Reich die Scheit-, Knüppel- und Wellenlänge 1 Meter beträgt und das Brennholz 1—2 Meter hoch und weit gesetzt wird, so dürften sich für Brennholz wohl 2 Meter (auch 1 Meter) lange Meßlatten am meisten empfehlen. Für das Ausmessen langer Stämme können dieselben noch länger gemacht werden. Beim Messen der Längen legt man, ohne einen für Praxis und Wissenschaft nennenswerthen Fehler zu begehen, den Maßstab auf den nicht immer ganz geraden Stamm selbst auf und können dabei gleichzeitig zwei Exemplare in Thätigkeit gesetzt werden.

2. Meßbänder und Meßketten.

§ 8.

Neben den bereits § 5 beschriebenen Meßbändern, welche im Notfalle auch zu Längenmessungen verwendet werden können, giebt es noch eine andere Art von Meßbändern, welche von den gewöhnlichen nur darin abweichen, daß sie 10—20 Meter lang, in Decimeter und an dem einen Ende in Centimeter geteilt sind. Die ganzen Meter sind von den Decimetern durch besondere Zeichen leicht zu unterscheiden. Obgleich solche Meßbänder beim Transport bequemer als Meßlatten sind, so haften an ihnen doch auch Unbequemlichkeiten, welche namentlich bei starkem Schnee und schmutzigem Wetter bemerklich werden, abgesehen davon, daß sie auch (wenn das Material nicht gerade aus Stahl besteht) weniger genau sind.

Ähnliches gilt von den gegliederten Meßketten von Messing oder Eisendraht.

Es dürfte deshalb die Meßlatte das einfachste und genaueste Instrument zum Messen der Baum-, Schaft- und Scheitlängen sein und bleiben.

C. Instrumente für die physikalische Kubierung.

1. Die Wage.

§ 9.

Mit den in § 3—8 beschriebenen Werkzeugen können alle Dimensionen, welche zur Berechnung regelmäßiger Holzstücke dienen, gemessen werden. Wird jedoch eine genaue Kubierung der nicht mehr unter eine stereometrische Form zu bringenden unregelmäßigen Äste, Zweige, Stöcke und Wurzeln des Baumes verlangt, so muß an Stelle der stereometrischen, die physikalische Kubierung treten, bei welcher Wage und Xylometer (§ 10) die Hauptrolle spielen.

Als Wage dient entweder eine Schnellwage (Fig. 21), auf der

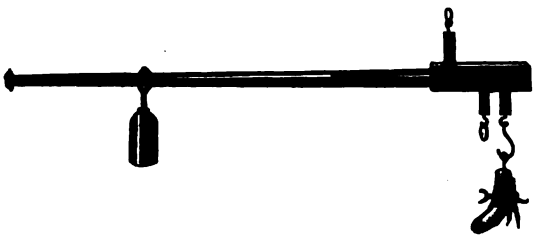


Fig. 21.

man bequem 100 bis 150 Kilogramm wiegen kann, oder eine Brücken- oder Decimalwage (Fig. 22).

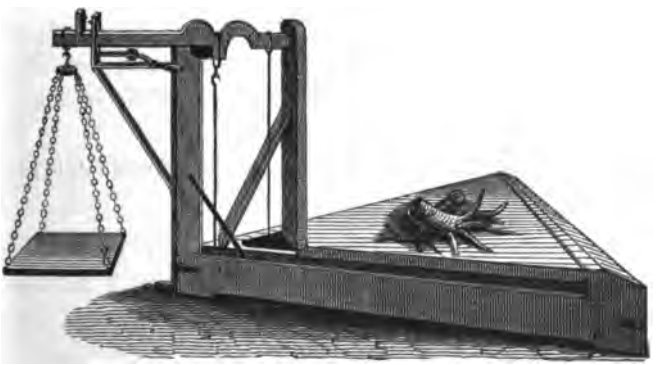


Fig. 22.

Eine nähere Beschreibung dieser beiden Wagen halten wir für überflüssig, da der Leser die Einrichtung derselben genügend kennen dürfte. Für die Schnellwage spricht, daß sie sehr leicht zu transportieren und in sehr vielen bürgerlichen Haushaltungen vorrätig zu finden ist; zu

Gunsten der Decimalwagen läßt sich anführen, daß viel größere Holzlasten mit Leichtigkeit auf das dicht über der Erde sich befindende Wagebrett gebracht und sehr rasch und sicher gewogen werden können.

Für gewöhnliche wirtschaftliche Zwecke empfehlen sich Brückenwagen von 300—400 Kilogramm Tragkraft, welche eine Gewichtsbestimmung bis auf 0,1 Kilogramm gestatten. Zu genauen Untersuchungen (Bestimmung der spez. Gewichte der Hölzer, Wägung kleiner Holzquantitäten u. s. w.) empfehlen sich kleine Brücken- oder Tafelwagen, welche leicht unter dem Arm in den Wald getragen werden können und eine Gewichtsbestimmung bis auf 1 Gramm gestatten.

Die Federwage, welche hie und da im Gebrauche ist, empfiehlt sich für größere Wägungen weniger, weil sie bald an Genauigkeit verliert.

2. Der Xylometer (Aichgefäß).

§ 10.

Zur Kubierung unregelmäßiger Holzstücke verwendet man neben der Wage sogenannte Xylometer, d. h. wasserhaltende Gefäße, in welche man den zu kubierenden Körper eintaucht, um aus der Menge des verdrängten Wassers den Inhalt des Holzes zu bestimmen; aber auch Hölzer von regelmäßigen stereometrischen Formen müssen, wenn man eine schärfere Methode, als für gewöhnliche wirtschaftliche Zwecke erforderlich, anzuwenden gezwungen ist, mittelst der Xylometer behandelt werden. Letztere kommen in sehr verschiedenen Gestalten vor.

Um Wiederholungen und Raum zu sparen, sollen die wichtigsten Xylometer erst in dem Abschnitt von der Kubierung des Schichtholzes näher besprochen werden, wobei sie die wichtigste Rolle spielen.

D. Die Kreisflächen-, Kubik- und Multiplikationstabellen.

§ 11.

Mit der Kubierung des Holzes nach dem stereometrischen Verfahren sind viele Berechnungen von Kreisflächen und Multiplikationen verbunden. Zur Erleichterung oder gänzlichen Ersparung dieser langwierigen, auch geisttötenden Rechnungen und zur Erzielung richtigerer Resultate dienen die Kubik-, Kreisflächen- und Multiplikationstabellen. Die Kubiktabellen geben, aus vorher zu ermittelnden Faktoren, etwa dem Durchmesser oder Umfang und der Länge, den Kubikinhalt der Schäfte und Schaftstücke direkt und ohne Zwischenrechnungen an. Die Kreisflächentabellen dagegen enthalten die den gemessenen Durch-

messern oder Umfängen der Bäume entsprechenden Flächeninhalte in Quadratmetern u. s. w. Andere, die sogenannten Stammklassen-Kreisflächentabellen (Kreisflächen-Multiplikationstafeln), enthalten dagegen für jede beliebige Anzahl gleich starker Bäume deren Kreisflächensumme.*)

Kubiktafeln sind seit Einführung des Metermaßes zu Dutzenden erschienen, die alle mehr oder weniger ihrem Zwecke entsprechen.**)

Obgleich die genannten Kubiktafeln meist auch Kreisflächentafeln enthalten, so sind doch auch für wissenschaftliche Zwecke von M. Kunze***) und für mehr wirtschaftliche Zwecke von Dr. A. v. Seckendorf†) besondere sehr ausführliche Kreisflächentafeln im Buchhandel erschienen. Auch der praktische Holzrechner von A. Ganghofer gehört hierher.††)

*) Sehr zu empfehlen sind in dieser Beziehung „die Hilfstafeln für Holzmassen-Aufnahmen von Max Friedrich Kunze". Berlin. Verlag von Paul Parey. 1884.

**) E. Braun, Gr. Hess. Oberforstrat, Hilfstafeln zur Bestimmung des Kubikinhaltes des Bau- und Werkholzes. Darmstadt 1870.

H. Behm, Kubik-Tabelle zur Bestimmung des Inhalts von Rundhölzern. 4. Auflage. Berlin 1875.

Wilhelm Thiele, Tafeln zur Inhaltsbestimmung der Rundhölzer nach Kubikmetern. Dessau und Ballenstedt 1871.

A. Pleibel, Tabellen zur Bestimmung des kubischen Inhaltes runder und vierkantiger Stämme nach dem metrischen System (kleinere und größere Ausgabe). Stuttgart 1871.

J. Hildebrand, Kubiktafeln für Metermaß, insbesondere für vierkantige und runde Hölzer, nebst Kreisumfangs-, Kreisflächen-, Holzgewichts- und Reduktions-Tabellen u. s. w. Danzig 1871.

Heinrich von Gerstenberg, der allzeit fertige Holzberechner nach metr. Maßsystem ꝛc. Weimar 1871.

G. Pabst, Tafeln zur Inhaltsbestimmung runder Hölzer nach dem mittleren Durchmesser, nebst Tafeln zur kubischen Bestimmung behauener und geschnittener Hölzer nach dem metrischen Maßsystem. Gera 1870.

M. R. Preßler, Forstliche Kubierungstafeln nach metrischem System zum Dienstgebrauch der K. Sächsischen Staatsforstverwaltung. Leipzig 1871.

***) M. Kunze, siebenstellige Kreisflächen für alle Durchmesser von 0,01 bis 99,99. Dresden 1868.

†) Dr. Arthur von Seckendorf, Kreisflächentafeln für Metermaß, zum Gebrauch bei Holzmasse-Ermittlungen.

††) August Ganghofer, der praktische Holzrechner nach Metermaß und Markwährung. Größere Ausgabe zugleich versehen mit den Tabellen für das forstliche Versuchswesen und mit einer Umrechnung der bair. Massentafeln ins Metermaß. 2. Aufl. Augsburg 1875.

Die bei den verschiedenen taxatorischen Arbeiten vielfach vorkommenden mühsamen Multiplikationen und Divisionen werden durch die Rechentafeln von Dr. A. L. Crelle*) wesentlich erleichtert. Dieselben ersparen Multiplikationen und Divisionen aller Zahlen von 1—1000 ganz und kürzen diejenigen größerer Zahlen wesentlich.

Alle in § 3—9 erwähnten Instrumente und Hilfsmittel kommen vorzugsweise bei der Holzmassenermittelung einzelner liegender Bäume in Anwendung, werden aber auch teilweise zur Schätzung stehender Bäume, sowie zur Aufnahme ganzer Bestände gebraucht. Auf die in letzterer Hinsicht noch weiter nötigen Instrumente und Hilfsmittel werden wir in den Paragraphen 26 und 27 zurückkommen.

II. Die Berechnung der Querflächen liegender Bäume.

§ 12.

Der Kubierung liegender Bäume geht immer die Ermittelung einer oder mehrerer Querflächen voraus, wie solche entstehen, wenn man sich den Schaft an der fraglichen Stelle senkrecht zu seiner Achse durchschnitten denkt. Der Inhalt einer Kreisfläche wird bekanntlich aus dessen Umfang oder Durchmesser berechnet. Bildeten nun die Querflächen der Bäume immer vollständige Kreisflächen, so würden, theoretisch betrachtet und einen gleich großen Grad der Genauigkeit der Messung vorausgesetzt, Durchmesser- wie Umfangsmessung ein und dasselbe Resultat liefern.

In der Praxis gestaltet sich die Sache nun allerdings oft anders. Da nämlich nur wenige Baumstämme vollkommen kreisrund sind, so müssen die Durchmesser oder Umfänge wo möglich so bestimmt werden, daß die aus ihnen ermittelte Kreisfläche auch der Querfläche des Baumes an der betreffenden Stelle gleichkommt.**) Der Kreis besitzt bekanntlich, einen gleichen Flächeninhalt vorausgesetzt, von allen Flächen den kleinsten Umfang.***)

---

*) Rechentafeln, herausgegeben von Dr. E. Bremiker. 4. Aufl. Berlin 1875.

**) Die Form der Querfläche ist von dem Schaftteile, dem Alter, der Holzart Hainbuche sehr unförmig) und dem Stande (einseitige Beastung) abhängig. Nach neueren Untersuchungen von Sachs, Nördlinger, Grundner (Untersuchungen über die (Querflächenermittlung der Holzbestände, Berlin 1882) u. s. w. sollen die Querflächen der Bäume Ellipsen sein, deren große Achse auf demselben Standorte eine konstante Richtung (meist von Westen nach Osten) hat, welche namentlich den Winden zugeschrieben wird. Weitere Untersuchungen sind abzuwarten, denn oft sind die Querschnitte ganz rund.

***) Eine 1 ha = 10000 qm große Fläche hat bekanntlich als Quadrat gedacht 400 m, als Kreis aber nur 354 m Umfang.

Da die Querschnitte der Baumschäfte hiernach nicht immer Kreisflächen bilden, so ist einleuchtend, daß, wenn man sie dennoch als Kreise aus ihrem Umfange berechnet, man in allen diesen Fällen ein zu großes Resultat finden muß. Berechnet man umgekehrt die Querflächen der Bäume aus dem kleinsten Durchmesser, so erhält man ein zu kleines, aus dem größten Durchmesser aber ein zu großes Resultat.

Auf diese Wahrnehmungen gestützt, hat König zur Umgehung dieses Mißstandes den Satz aufgestellt: eine jede Querfläche des Baumes sei gleich einer Kreisfläche, deren Umfang so groß sei, als der Umfang der Querfläche weniger $^1/_5$ des Unterschiedes seines größten und kleinsten Durchmessers. Abgesehen davon, daß es schwer sein dürfte, die Richtigkeit dieses Satzes im einzelnen Falle zu beweisen, so würde auch eine Berechnung der Querfläche nach dieser Regel in den meisten Fällen forstlicher Praxis viel zu umständlich sein. Man legt daher die mit Sorgfalt gemessenen Umfänge, wenn man überhaupt noch von diesem Verfahren Gebrauch machen muß, ohne alle Berichtigung der Querflächenberechnung zu Grunde. Es ist dabei aber nicht zu übersehen, daß bei der Umfangsmessung häufig auch kleine Rindenstücke, Moos u. s. w. mitgemessen werden, und daß man schon aus diesem Grunde stets etwas größere Resultate als bei der Durchmessermessung erhalten wird.

Wählt man statt der Umfänge die Durchmesser, was jetzt bei der Kubierung liegenden Holzes, sowie bei Bestandesaufnahmen in der Regel vorgezogen wird, und man wünscht besonders genaue Resultate, so mißt man besser an ein und derselben Stelle des Baumes zwei auf einander senkrecht stehende Durchmesser und nimmt aus der Summe derselben das arithmetische Mittel. Bei sehr unregelmäßigen Stammquerschnitten wird sogar das Messen von 3—6 Durchmessern und die Berechnung des arithmetischen Mittels aus denselben notwendig.

Der positive Fehler, welcher sich bei der Umfangsmessung unter allen Umständen, bei der Bestimmung der Durchmesser aber bald in positiver oder negativer Richtung ergiebt, bleibt sich natürlich nicht unter allen Verhältnissen gleich. Oft ist er verschwindend klein, manchmal von größerer Bedeutung; denn die Form der Baumschäfte ändert sich nach Holzart, Alter, Stand, Baumteilen u. s. w. Der unterste Teil des Schaftes ist wegen der Wurzelanläufe, der obere wegen der Astansätze am unregelmäßigsten.

Vergleichende Versuche über die Stammkreisflächen bei Messungen mit dem Meßbande und dem Gabelmaß (Kluppe) hat die Großherzogl. badische Forstdirektion im Jahre 1860 in größerem Umfang anstellen lassen.*) Wir teilen dieselben, als Beitrag zur vorstehenden Frage, im Auszug nachfolgend mit:

Zahl der gemessenen Stämme	Kreisflächenmessung mit dem Band	Kreisflächenmessung mit dem Gabelmaß 1. Messung	Kreisflächenmessung mit dem Gabelmaß 2. Messung	Kreisflächenmessung mit dem Gabelmaß Mittel	Verhältnis der Meßband- zur Gabelmaßmessung wie 100 zu	Bemerkungen.
		Quadratfuß				
		Buchen.				
		Von 0,20 bis 0,45 □' Kreisfläche.				Forstamt Wiesenbach, Domänenwald, Distrikt I. Judenwald. Lage. 200—240 m über dem Meer, teils eben, teils nordöstlich, schwach u. mittelmäßig, stark abhängend, geschützt. Boden. Muschelkalk, tiefgründig, frisch und humos; gut bis sehr gut.
500	169,23	155,53	152,34	153,93	90,92	
		Von 0,50 bis 0,95 □' Kreisfläche.				
500	372,33	344,05	342,42	343,23	92,09	
		Von 1,00 und mehr □' Kreisfläche.				
500	854,60	811,32	796,11	803,71	94,03	
		Eichen.				
		Von 0,20 bis 0,45 □' Kreisfläche.				Gemeindewald Müllheim. Boden. Jurakalk, ziemlich tiefgründig, frisch, humos und gut. Lage. 270 m über dem Meer, eben, gegen Westen schwach geneigt.
500	167,07	159,42	145,07	152,24	91,12	
		Von 0,50 bis 0,95 □' Kreisfläche.				
500	374,85	357,20	335,55	346,37	92,80	
		Von 1,00 und mehr □' Kreisfläche.				
500	1167,20	1158,65	1040,95	1099,80	94,14	
		Fichten.				
		Von 0,20 bis 0,45 □' Kreisfläche.				Forstamt Herrenwies. Boden. Bunter Sand, tiefgründig, frisch u. kräftig. Lage. 840—870 m. Erste Reihe nördlich schwach geneigt, zweite Reihe westlich stark abfallend, dritte Reihe nördlich stark abfallend.
500	154,78	133,10	129,98	131,54	85,07	
		Von 0,50 bis 0,95 □' Kreisfläche.				
500	377,06	328,64	322,22	325,43	86,34	
		Von 0,95 und mehr □' Kreisfläche.				
500	872,50	798,00	768,90	783,45	89,72	
		Kiefern.				
		Von 0,20 bis 0,45 □' Kreisfläche.				Domänenwaldungen des Forstamts Schwetzingen. Lage. 105 m über dem Meer, eben, geschützt. Boden. Diluvialsand mit etwas Lehm, tiefgründig, trocken, durch Streurechen entkräftet.
500	163,74	159,14	150,90	159,52	96,86	
		Von 0,50 bis 0,95 □' Kreisfläche.				
500	357,15	342,15	341,60	341,87	97,35	
		Von 1,00 und mehr □' Kreisfläche.				
500	748,05	741,50	716,90	729,20	97,48	

*) Erfahrungen über den Massenvorrat und Zuwachs geschlossener Hochwaldbestände u. s. w. Drittes Heft. Karlsruhe, Druck und Verlag von Friedrich Gutsch. 1862.

Zahl der gemessenen Stämme	Kreisflächenmessung mit dem Bandmaß: 1. Messung (Quadratfuß)	Kreisflächenmessung mit dem Bandmaß: 2. Messung (Quadratfuß)	Kreisflächenmessung mit dem Gabelmaß: Mittel (Quadratfuß)	Verhältnis der Meßbandmessung zur Gabelmaßmessung wie 100 zu	Bemerkungen.
		Kiefern.			
	Von 0,20 bis 0,45 □′ Kreisfläche.				Gr. Hardtwald, Forstbezirk Eggenstein. Lage. 114 m über dem Meer, eben und geschützt. Boden. Diluvialsand mit ziemlich Lehmbeimischung, tiefgründig, mehr frisch als trocken, humos.
500	184,49	175,93	159,78	167,85	90,97
	Von 0,50 bis 0,95 □′ Kreisfläche.				
500	401,30	388,30	351,70	370,00	92,20
	Von 1,00 und mehr □′ Kreisfläche.				
500	1048,05	1046,30	915,10	980,70	93,58

Die Berechnung der Kreisflächen geschieht nach folgenden Methoden: Ist der Durchmesser eines Kreises (Stammes) = d, der Umfang = u, der hierzu gehörige Flächeninhalt = g und das Verhältnis des Durchmessers zum Umfang = $1 : \pi = 1 : 3{,}14159$, so ist die Kreisfläche:

$$g = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = \frac{3{,}14159}{4} \times d^2 = 0{,}785 \cdot d^2.$$

Nun ist aber auch der Umfang $u = d \cdot \pi$, oder $d = \frac{u}{\pi}$; setzt man diesen Wert in obige Formel ein, so ergiebt sich die Formel für die Berechnung der Kreisfläche aus dem Umfang:

$$g = \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{u}{\pi}\right)^2 = \frac{\pi \cdot u^2}{4 \cdot \pi^2} = \frac{u^2}{4 \cdot \pi} = \frac{u^2}{4.3{,}14159} = 0{,}0796 \cdot u^2.$$

Die Kreisflächen erhält man natürlich in demselben Maße, in welchem die Durchmesser oder Umfänge gemessen wurden.

Da die Durchmesser und Umfänge der Bäume jetzt gewöhnlich in Centimetern gemessen werden, so ergeben die Formeln die Querflächen in Quadratcentimetern. Für die Kubierung der Hölzer aber, welche meist nach Kubikmetern geschieht, ist die Angabe der Querflächen direkt in Quadratmetern bequemer; in letzterem Falle hat man nur nötig, die in Centimetern gemessenen Durchmesser oder Umfänge in Decimalteilen des Meters auszudrücken.

Beispiel: Der Durchmesser eines Baumes sei 50 Centimeter, so ist dessen Kreisfläche in Quadratmetern nach dem Durchmesser $= 0{,}785 \cdot d^2 = 0{,}785 \cdot 0{,}5^2 = 0{,}196^{qm}$ und da der Umfang $0{,}5 \cdot 3{,}1415 = 1{,}57^m$ ist, die Kreisfläche nach dem Umfang $= 0{,}0796 \cdot u^2 = 0{,}0796 \cdot 1{,}57^2 = 0{,}196^{qm}$.

Werden bei dem Messen der Durchmesser oder Umfänge der Bäume Fehler begangen, so fallen damit auch die Berechnungen der Kreisflächen fehlerhaft aus. Es

läßt sich leicht mathematisch nachweisen, daß, wenn man annimmt, es werde bei der Durchmesserbestimmung ein konstanter Fehler begangen, die Fehler der Kreisflächen proportinal dem Durchmesser wachsen, während diese Fehler bei gleichbleibendem Durchmesser und wechselnden Fehlern bei der Messung, den letzteren proportional zunehmen. Dasselbe gilt auch bei der Umfangsmessung.*)

Schließlich sei hier noch die Bemerkung beigefügt, daß Fehler in der Durchmesserbestimmung auf den Kubikinhalt einen weit größeren Einfluß üben, als Fehler bei der Längenmessung. So kann z. B. eine fehlerhafte Messung des Durchmessers um nur 0,01 m einen größeren Fehler am Inhalte erzeugen, als eine falsche Messung von einem ganzen Meter in der Länge, Grund genug, um bei der Messung der Durchmesser und Umfänge alle mögliche Sorgfalt zu verwenden.

III. Die Berechnung des Inhaltes liegender Bäume.

1. Allgemeine Bemerkungen über Baumformen.

§ 13.

Der Baum mit seinem Schaft, seinen Ästen, Zweigen und Wurzeln als Ganzes betrachtet, besitzt streng genommen keine stereometrische Form, wenigstens ist es bis jetzt nicht gelungen, eine Formel aufzufinden, mittelst welcher man mit gleicher Genauigkeit den Inhalt eines jeden beliebigen Baumes zu ermitteln imstande wäre. Dagegen tritt eine gewisse stereometrische Form unverkennbar hervor, wenn man den Baum in seine einzelnen Teile zerlegt, und die regelmäßig gewachsenen Baumteile, namentlich den Schaft, für sich betrachtet.

Denkt man sich nämlich einen Baumschaft der Länge nach so durchschnitten, daß der Schnitt durch das Mark des Schaftes geht, so bildet die so entstehende Durchschnittsebene keineswegs etwa ein gleichschenkeliges ebenes Dreieck a b c, Fig. 23, wie bei dem gemeinen Kegel, sondern eine verschieden gekrümmte Kurve a g e c f h b. Bei konzentrisch gewachsenen Bäumen sind die rechts und links der Achse liegenden Teile der Durchschnittsebene, nämlich a g e c d und b h f c d, einander gleich. Nahe über der Abhiebsfläche, nämlich bei g h, zeigt der Durchschnitt infolge des Wurzelanlaufes meist eine kleine Einbiegung, von da bis an die Äste e f ist die Kurve am regelmäßigsten und schwach nach außen gebogen, zwischen den Astpartieen e und c aber am unregelmäßigsten und stärksten gekrümmt.

*) Vergleiche M. Kunze „Lehrbuch der Holzmeßkunst". S. 15—16.

Bei längere Zeit im freien Stande erwachsenen Bäumen verläuft die Kurve am flachsten, d. h. die Durchmesser nehmen von unten nach oben rascher ab. Für Unterrichtszwecke läßt sich die Form der Bäume am klarsten in natürlichen Modellen darstellen, wenn man aus dem Schaft, vom Stockabschnitt anfangend und bis zum Gipfel fortsetzend, lauter 3 cm starke Stammscheiben, Fig. 24, ausschneidet, die Abschnitte a und b entfernt und die glatt abzuhobelnden Mittelstücke c, an welchen man zugleich das Alter ermitteln kann, von Sektion zu Sektion aufeinander fügt und zusammenleimt. Es entsteht dann, Fig. 25, der mehr oder weniger stark

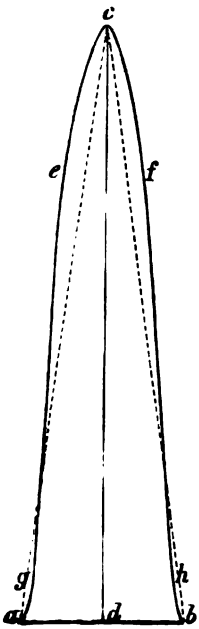


Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

ausgebauchte verkürzte Stamm, an welchem sich auch leicht Höhenanalysen und Zuwachsuntersuchungen ausführen lassen, wie solche später gelehrt werden sollen. Fig. 25 ist aus den wirklichen Dimensionen eines 53jährigen Modellstammes einer Fichte entstanden.

Wie nun der gemeine Kegel entsteht, wenn man ein rechtwinkeliges Dreieck a c d um eine seiner Katheten c d (als Achse) dreht, so wird auch der Baumstamm durch die Umdrehung seiner halben Durchschnittsebene a g e c d um seine Achse c d entstehen. Allerdings sind die Stammkurven a g e c f h b und darum auch die Stammformen sehr ver-

schieden. Je nach der Holzart, und bei gleicher Holzart, je nach der Höhe, dem Kronenansatz und den Bestandesschlußverhältnissen, in welchen der Baum erwachsen, ist die Schaftform eine andere. Darum ist es, trotz massenhaften Messungen an Baumschäften, bis jetzt noch nicht gelungen, das Krümmungsgesetz der Bäume, d. h. die Gleichung der Krümmungskurve selbst mit genügender Schärfe festzustellen, nur so viel weiß man, daß die Baumschäfte bald dem geradseitigen (gemeinen), weit mehr aber dem paraboliſch ausgebauchten Kegel (Paraboloid) gleichen, und daß man ihre Inhalte auch nach den Formeln dieser Körper mehr oder weniger genau bestimmen kann. Paraboliſch eingebauchte Baumformen dürften kaum beobachtet worden sein, jedenfalls haben sie keine praktische Bedeutung.

Je nach dem erwünschten Grade der Genauigkeit berechnet man die Baumschäfte entweder in einem Stück nach den Formeln für die genannten regelmäßigen Körper, oder man denkt sich, insbesondere für wissenschaftliche Zwecke, die Schäfte in kürzere und darum regelmäßigere Abschnitte (Stutzkegel) zerlegt und erreicht auf diese Art durch Kubierung und Summierung dieser einzelnen Abschnitte noch genauere Resultate.

Da es sich nach diesen Auseinandersetzungen bei der Baumkubierung um die Kubierungsregeln für den gemeinen Kegel, das Paraboloid, selten den paraboliſch eingebauchten Kegel (Neiloid) und bei ganz kurzen Schaftstücken und für andere Zwecke der Baumschätzung auch um den Cylinder oder die Walze handelt, so wollen wir uns zunächst mit der Kubierung dieser Körper beschäftigen und dann erst zur Inhaltsbestimmung liegender Bäume selbst übergehen. Selbstverständlich müssen wir die vollständige Beweisführung der nachfolgenden stereometrischen Formeln, als in das Gebiet der reinen Mathematik fallend, als bekannt voraussetzen. Nur bei einigen Formeln, welche bei dem stereometrischen Unterricht in den mittleren Lehranstalten nicht immer abgehandelt werden, wollen wir in kleinerem Druck die einfachsten Beweise beifügen.

2. Formeln für die stereometrische Kubierung.

§ 14.

A. Die Walze oder der Cylinder.

Errichtet man in dem Mittelpunkte einer Kreisfläche eine Senkrechte (Achse) und bewegt alsdann die Kreisfläche parallel und der Art fort, daß der Mittelpunkt derselben stets an der Achse hingleitet, so entsteht hierdurch ein Körper von zwei gleichen und parallelen kreisförmigen Grundflächen, welchen man Walze oder Cylinder nennt. Der Inhalt

k eines solchen Cylinders ergiebt sich bekanntlich, wenn man dessen eine Grundfläche G mit der Höhe H oder dem Abstande zwischen beiden Kreisflächen multipliziert, d. h. es ist

$$k = G \cdot H.$$

Ist der Radius der Walze R, so ist deren Grundfläche $G = \pi \cdot R^2$ und deren Inhalt $k = \pi \cdot R^2 \cdot H$.

Ist dagegen der Durchmesser der Walze = D, so ist deren Grundfläche $G = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$, somit der Kubikinhalt $k = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H = 0{,}785 \cdot D^2 \cdot H$.

Da der Cylinder überall denselben Durchmesser und Umfang hat, so ist es einerlei, an welcher Stelle desselben man dessen Kreisfläche berechnet.

B. Die wichtigsten Kegelformen.

Kegelförmige Körper besitzen nur eine kreisförmige Grundfläche und laufen in eine Spitze aus. Sie entstehen, indem diese Kreisfläche sich an der senkrecht in ihrem Mittelpunkt errichteten Linie (Achse) in der Art parallel fortbewegt, daß sie während ihres Fortschreitens stetig nach einem gewissen Gesetze abnimmt und endlich, in eine Spitze übergehend, gleich Null wird. Dieses Gesetz der Abnahme der Kreisfläche und somit auch der Durchmesser ist bei den drei hier in Betracht kommenden Kegelformen sehr verschieden. Wir wollen sie daher nach einander kurz betrachten.

a) Der gemeine oder geradseitige Kegel hat seinen Namen von seinen geraden Seiten und es verhalten sich bei ihm bekanntlich die Durchmesser wie die Höhen und die den Durchmessern entsprechenden Kreisflächen wie die Quadrate der Durchmesser und daher auch wie die Quadrate der Höhen.

Ist daher die Grundstärke des Kegels = 1, so ist der Durchmesser bei $\frac{1}{4}$ der Höhe nur noch $\frac{3}{4}$, in der Mitte des Kegels $= \frac{1}{2}$ und in $\frac{3}{4}$ der Höhe $= \frac{1}{4}$. Ebenso ist die Kreisfläche in $\frac{1}{4}$ der Höhe $= \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{16}$, in der Mitte $= \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} = \frac{4}{16}$ und in $\frac{3}{4}$ der Höhe $= \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16}$ der unteren Kreisfläche.

Ist der Radius eines Kegels R, der Durchmesser D, die zugehörige Kreisfläche G und die Höhe H, so ist dessen Kubikinhalt k bekanntlich:

$$k = G.\frac{H}{3} = \frac{\pi.D^2}{4}.\frac{H}{3} = \frac{\pi.D^2.H}{12} = \frac{\pi R^2.H}{3}.$$

Setzt man den in der Mitte des Kegels gemessenen Durchmesser δ und die zugehörige Kreisfläche γ, so muß, da in der Mitte des Kegels auch der Durchmesser δ nur noch halb so groß wie an der Grundfläche ist, $D = 2\delta$ und $D^2 = 4\delta^2$ sein.

Wird dieser Ausdruck in Formel $k = \frac{\pi}{12}.D^2.H$ gesetzt, so ist auch der Kubikinhalt eines Kegels:

$$k = \frac{\pi}{12}.4\,\delta^2.H = \frac{\pi}{3}.\delta^2.H.$$

Aus $D^2 = 4\delta^2$ folgt $\delta^2 = \frac{D^2}{4}$ und $\gamma = \frac{\pi\delta^2}{4} = \frac{\pi D^2}{4.4} = \frac{\pi D^2}{16}$

$$\text{oder } D^2 = \frac{16\gamma}{\pi}.$$

Wird dieser Wert ebenfalls in $k = \frac{\pi}{12}.D^2.H$ gesetzt, so ist endlich der Inhalt eines Kegels auch:

$$k = \frac{\pi}{12}.\frac{16\gamma}{\pi}.H = \frac{4}{3}.\gamma.H.$$

Ebenso lehrt jedes Lehrbuch der Stereometrie, daß man den Kubikinhalt eines abgestutzten gemeinen Kegels aus dem untern und oberen Halbmesser R und r, aus dem unteren und oberen Durchmesser D und d oder aus der unteren und oberen Grundfläche G und g, sowie aus dessen Höhe h nach folgenden drei Formeln findet:

$$k = \frac{\pi h}{3}(R^2 + r^2 + R.r)$$

$$k = \frac{\pi}{12}(D^2 + d^2 + D.d)\ h \text{ oder}$$

$$k = (G + g + \sqrt{G.g})\frac{h}{3}.$$

Behält man dieselben Bezeichnungen bei, und setzt nur noch die in der Mitte des abgestutzten Kegels liegende Kreisfläche $= \gamma$, so erhält man die sogenannte Newton'sche Formel für den gemeinen Stutzkegel, welche in der Holzmeßkunde auch unter dem Namen Riecke'sche*) bekannt ist, nämlich:

$$k = (G + 4\gamma + g)\frac{h}{6}.$$

---

*) Dr. Riecke. Über die Berechnung des körperlichen Inhalts unbeschlagener Baumstämme. Stuttgart 1849.

Da die Newton'sche Formel nicht in allen Lehrbüchern der Stereometrie entwickelt wird, so wollen wir den Beweis derselben hier folgen lassen:

Bezeichnet E F, Fig. 26, den Mittenquerschnitt, ist also m O = n O, dann ist auch $E O = \frac{D m + A n}{2} = \frac{r + R}{2}$, und die Mittenquerfläche

$$\gamma = \left(\frac{r + R}{2}\right)^2 . \pi \text{ und}$$

$$4\gamma = 4\pi \left(\frac{r + R}{2}\right)^2 = \pi (r + R)^2.$$

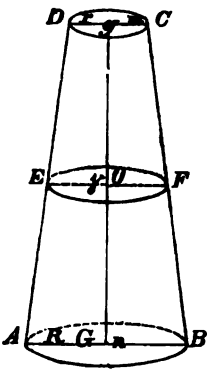


Fig 26.

Nun aber ist bekanntlich die gewöhnliche Formel für den abgestutzten Kegel

$$k = \frac{\pi h}{3} (R^2 + R . r + r^2) = \frac{\pi h}{3} \left(\frac{R^2 + R^2 + 2 R r + r^2 + r^2}{2}\right) =$$

$$= \frac{\pi h}{6} [R^2 + r^2 + (R + r)^2] = \frac{h}{6} [\pi R^2 + \pi r^2 + \pi (R + r)^2].$$

Wir haben aber oben $4\gamma = \pi (r + R)^2$ gefunden; wird daher dieser Wert substituiert, so ist:

$$k = \frac{h}{6} (\pi R^2 + \pi r^2 + 4\gamma) = \frac{h}{6} (G + 4\gamma + g).$$

Setzt man in diesem Ausdruck d = o, und damit auch g = o, so geht der Stutzkegel in den vollen Kegel über und man erhält dann für denselben noch folgende Formel:

$$k = (G + 4\gamma) \frac{H}{6},$$

in welcher G der unteren, γ der mittleren Kreisfläche und H der Höhe des Vollkegels entspricht.

In der Holzmeßkunde kann es rätlich erscheinen, den Inhalt von kegelförmig geformten Stämmen noch aus anderen Dimensionen, als den bereits angegebenen, zu berechnen; so z. B. wenn sich in Folge des Wurzelanlaufes gerade die untere Kreisfläche nicht mit hinreichender Schärfe bestimmen läßt.

Auch in diesem Falle ist die Stereometrie nicht um Rat verlegen, denn setzt man die Kreisfläche des abgestutzten Kegels in $^1/_3$ seiner Höhe = G_1, ferner wie seither die Endfläche = g, die Höhe des Stutzkegels = h und den Inhalt = k, so ist auch:

$$k = \frac{3G_1 + g}{4} . h = (3G_1 + g) \frac{h}{4},$$

d. h. es ist der Inhalt des Stutzkegels gleich der dreifachen Grundfläche in $^1/_3$ der Höhe genommen, vermehrt um die

einfache Endfläche und multipliziert mit dem vierten Teile der Höhe.

Vorstehende Formel wurde von W. Hoßfeld in dessen „niedere und höhere praktische Stereometrie u. s. w. Leipzig 1812", S. 123, in die Holzmeßkunde eingeführt und da dieselbe nicht bei jedem stereometrischen Unterricht behandelt werden dürfte, so wollen wir sie hier beweisen.

Ist $mO = \frac{2}{3} mn$, Fig. 27, so ist nach der Proportionalität der Linien auch $KO = \frac{2}{3} Jn = \frac{2}{3} (R - r)$, wenn R den unteren Halbmesser An und r den oberen Cm ausdrückt. Es ist aber auch $EO = KO + KE =$

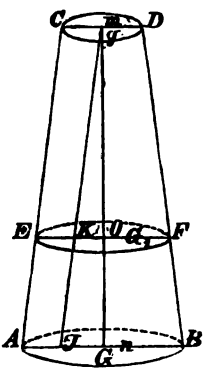


Fig. 27.

$= \frac{2}{3}(R - r) + r = \frac{2}{3} R - \frac{2}{3} r + \frac{3}{3} r = \frac{2}{3} R +$
$+ \frac{1}{3} r = \frac{1}{3}(2R + r)$. Erhebt man nun beide Seiten der Gleichung zum Quadrat, so erhält man:

$$EO^2 = \left[\frac{1}{3}(2R + r)\right]^2 = \frac{1}{9}(4R^2 + 4Rr + r^2)$$

und $3EO^2 = \frac{1}{3}(4R^2 + 4Rr + r^2)$, daher auch

$$3EO^2 + r^2 = \frac{1}{3}(4R^2 + 4Rr + r^2) + r^2 =$$
$$= \frac{1}{3}(4R^2 + 4Rr + 4r^2).$$

Wird endlich beiderseits mit $\frac{\pi h}{4}$ multipliziert, so ist

$$\frac{\pi h}{4}(3EO^2 + r^2) = \frac{\pi h}{3}(R^2 + Rr + r^2) \text{ und}$$

$(3\pi EO^2 + \pi r^2)\frac{h}{4} = \frac{h}{3}(\pi R^2 + \pi Rr + \pi r^2)$. Die rechte Seite dieser Gleichung ist aber der Ausdruck für den Inhalt k des abgestutzten Kegels, folglich ist:

$$k = (3\pi EO^2 + \pi r^2)\frac{h}{4} = (3G_1 + g)\frac{h}{4}.$$

Setzt man in vorstehender Formel $g = o$, so geht der Stutzkegel in den Vollkegel über, d. h. man erhält für letzteren die Formel:

$k = \frac{3}{4} G_1 . H = 0{,}75 . G_1 . H$, wo H jetzt natürlich die Höhe des Vollkegels und G_1 die in $^1/_3$ dieser Höhe ermittelte Grundfläche bezeichnet.

Nennt man den unteren Durchmesser D, den oberen d, so ist bekanntlich bei dem geradseitigen Kegel der mittlere Durchmesser $= \frac{D + d}{2}$. Setzt man nun die diesem mittleren Durchmesser entsprechende Kreisfläche $= \gamma$, die der Differenz der beiden Endstärken $D - d$ entsprechende Kreis-

fläche aber g', so ist auch der Kubikinhalt des Kegelstutzes (oder geradseitigen Stammes):

$$k = \left(\gamma + \frac{g'}{12}\right) h = \gamma . h + \frac{g'}{12} . h;$$

d. h. der Kubikinhalt eines geradseitigen Kegelstutzes ist auch gleich der Summe von zwei eben so langen Walzen, von welchen die eine das arithmetische Mittel der beiden Enddurchmesser $\left(\frac{D+d}{2}\right)$, die andere die Differenz (D — d) der beiden Enddurchmeser zur Stärke hat, oder es ist k = der Mittelwalze, vermehrt um $^1/_{12}$ der Walze der Endstärkendifferenz.

Diese Formel ist insofern in der Holzmeßkunde von Bedeutung, als man es noch hin und wieder trifft, daß Baumschäfte zwar als abgestutzte ebene Kegel betrachtet werden, sie aber dennoch als eine gleich lange Walze berechnet, deren Stärke man aus $\frac{D+d}{2}$ und deren Inhalt man aus $k = \gamma . h$ ableitet. Wie aber aus letzter Formel hervorgeht, erhält man nach dieser falschen Methode den Inhalt stets um $^1/_{12}$ einer Walze zu klein, welche (D — d) zur Stärke hat.

Es läßt sich dieses wie folgt beweisen: die Walze, welche $\frac{D+d}{2}$ zur Stärke hat, ist: $k = \gamma . h = \frac{\pi}{4}\left(\frac{D+d}{2}\right)^2 . h$, die wirkliche Formel für den Stutzkegel ist aber: $k = \frac{\pi . h}{12}(D^2 + d^2 + D . d)$. Würden nun beide Formeln gleiche Resultate liefern, so müßten sie, von einander abgezogen, sich auf Null reduzieren. Dieses ist aber nicht der Fall, sondern es ist:

$$= \frac{\pi h}{12}(D^2 + d^2 + D.d) - \frac{\pi h}{4}\left(\frac{D+d}{2}\right)^2 =$$

$$= \frac{\pi h D^2}{12} + \frac{\pi h d^2}{12} + \frac{\pi h D d}{12} - \frac{\pi h D^2}{16} - \frac{\pi h d^2}{16} - \frac{2\pi h D.d}{16} =$$

$$= \frac{4\pi h D^2}{48} + \frac{4\pi h d^2}{48} + \frac{4\pi D d h}{48} - \frac{3\pi h D^2}{48} - \frac{3\pi h d^2}{48} - \frac{6\pi h D d}{48} =$$

$$= \frac{\pi h D^2 + \pi h d^2 - 2\pi h D d}{48} = \frac{\pi h}{4}\left(\frac{D^2 - 2Dd + d^2}{12}\right) =$$

$$= (D - d)^2 . \frac{\pi}{4} . \frac{h}{12} = \frac{g^1 . h}{12}.$$

Da hiernach die Differenz nicht Null, sondern $= \frac{g' . h}{12}$, d. h. dem zwölften Teile einer Walze ist, welche die Differenz D — d zur Stärke und h zur Höhe

hat, ſo iſt hiermit die Formel für den gemeinen Stutzkegel

$$k = \gamma . h + \frac{g' . h}{12} = \left(\gamma + \frac{g'}{12}\right) h$$

bewieſen.

Ebenſo iſt einleuchtend, daß der durch Vernachläſſigung von $\frac{g' h}{12}$ entſtehende Fehler um ſo größer werden muß, je höher man den kegelförmig gedachten Stamm entgipfelt. Wird endlich $d = o$, dann geht der abgeſtutzte Kegel in den vollen Kegel über und man hat $D - o = D$, d. h. $g' = G$, ferner $\frac{g'}{12} = \frac{G}{12}$ und $h = H$, mithin

$$k = \left(\gamma + \frac{G}{12}\right) . H = \gamma . H + \frac{G}{12} . H.$$

Berechnet man daher den vollen Kegel als eine Walze aus dem mittleren Durchmeſſer oder aus dem halben unteren Durchmeſſer desſelben, ſo findet man den Inhalt um $\frac{1}{12}$ der Grundwalze $(G . H)$ zu klein.

Dieſer Beweis läßt ſich direkt auch ſehr leicht wie folgt führen. Der Inhalt eines Kegels iſt $\frac{G . H}{3}$. Da in der halben Höhe die Grundfläche nur noch $\frac{G}{4}$ iſt und man wollte den Kegel als Walze aus der in der Mitte liegenden Grundfläche mal der Höhe, d. h. nach $\frac{G}{4} . H$ berechnen, ſo würden beide Formeln nicht zu gleichen Reſultaten, ſondern zu folgender Differenz führen:

$$\frac{G . H}{3} - \frac{G . H}{4} = \frac{4}{12} G . H - \frac{3}{12} G . H - \frac{1}{12} G . H.$$

b) Der paraboliſch ausgebauchte Kegel (Paraboloid). Bei dem ausgebauchten Kegel bilden die Seiten keine geraden, ſondern einem beſtimmten Geſetze folgende krumme ausgebauchte Linien, woraus folgt, daß bei dem ausgebauchten Kegel die Kreisflächen nicht in dem raſchen Verhältnis, wie bei dem gemeinen Kegel, abnehmen können. Von den verſchiedenen ausgebauchten Kegeln wollen wir hier nur eine einfachen Geſetzen folgende Form, das Paraboloid, hervorheben. Dasſelbe entſteht durch Rotation der Apolloniſchen Parabel*) um ihre Achſe, und ſpielt in der Holzmeßkunde eine wichtige Rolle. Die Kreisflächen nehmen bei dieſem Körper wie die einfachen Höhen ab; iſt daher die Kreisfläche am Grunde des Vollkegels $= G$, ſo iſt ſie bei $\frac{1}{4}$ der Höhe $= \frac{3}{4} G$, in der Mitte des Kegels $= \frac{1}{2} G$ und bei $\frac{3}{4}$

*) Dieſe Parabelform hat ihren Namen von dem Griechen Apollonius, ein Schüler des Archimedes, welcher ſie um 200 vor Chriſti Geburt zuerſt ausführlicher behandelte.

Höhe nur noch $\frac{1}{4}$ G. War ferner die Stärke eines solchen Kegels am Grunde = 1, so ist sie bei $\frac{1}{4}$ der Höhe nur noch 0,87, in der Mitte = 0,71 und in $\frac{3}{4}$ der Höhe = 0,50. Während also bei dem gemeinen Kegel die halbe Grundstärke in der Mitte liegt, so liegt sie bei dem Paraboloid in $\frac{3}{4}$ der Höhe. Ebenso ist bei dem gemeinen Kegel die Kreisfläche in der halben Länge desselben nur noch $\frac{1}{4}$ der Kreisfläche am Grunde, während sie bei dem Paraboloid noch $\frac{1}{2}$ der Grundkreisfläche beträgt. Schon hieraus folgt, daß auch der Inhalt eines ausgebauchten Kegels, gleiche Grundflächen und Höhen mit dem gemeinen Kegel vorausgesetzt, viel größer sein muß, als dieser.

In der That lehrt die höhere Stereometrie, daß man den Inhalt des Paraboloids findet, indem man dessen Grundfläche G mit der halben Höhe oder die Mittenfläche γ mit der Höhe H multipliziert, d. h. es ist:

$$k = G \cdot \frac{H}{2} = \frac{G \cdot H}{2} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{2} = \frac{\pi D^2 \cdot H}{8}, \text{ oder}$$

$$k = \gamma \cdot H.$$

Hiernach beträgt die Differenz zwischen dem Inhalt des gemeinen Kegels und Paraboloids:

$$\frac{G \cdot H}{2} - \frac{G \cdot H}{3} = \frac{3\,G \cdot H}{6} - \frac{2\,G \cdot H}{6} = \frac{G \cdot H}{6}.$$

Die Abhandlung der Apollonischen Parabel gehört in die analytische Geometrie, da diese aber nicht an allen Forstlehranstalten gelehrt wird, das Paraboloid hier aber nicht umgangen werden kann, so wollen wir wenigstens zeigen, wie man die Apollonische Parabel konstruiert, wie aus dieser das Paraboloid entsteht und die Kubierungsformel für dasselbe abgeleitet wird.

Man ziehe eine gerade Linie A B, Fig. 28, errichte im Anfange A derselben die Senk-

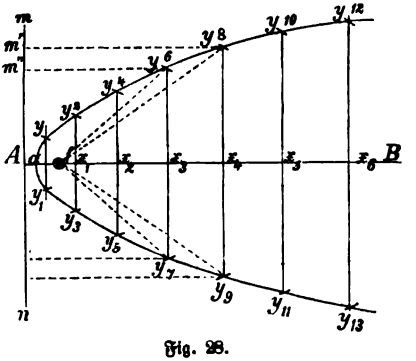


Fig. 28.

rechte m n, trage von A nach a und von a nach f beliebig lange aber gleiche Entfernungen auf, d. h. mache A a = a f, so heißt a der Anfangspunkt, f der Brennpunkt der Parabel. Die Parabel ist nun eine Kurve von solcher Beschaffenheit, daß die direkte Entfernung von irgend einem Punkte y_8 derselben bis zur Linie m n gerade so groß ist, als die Entfernung eben desselben Punktes y 8, vom Brennpunkt f, d. h. es muß stets sein: $m' y_8 = f y_8$, $m'' y_6 = f y_6$ u. s. w. Diese Eigenschaft der Parabel giebt uns nun ein sehr einfaches Mittel an die Hand, dieselbe zu konstruieren. Man errichtet nämlich in beliebigen Entfernungen auf die Achse A B der Parabel die Senkrechten $y y_1$, $y_2 y_3$, $y_4 y_5$ u. s. w., nimmt alsdann z. B. die Entfernung $A x_3$ in den Zirkel, setzt dann die eine Spitze in f ein und durchsticht mit der anderen Spitze die Linie $y_6 y_7$ in y_6 und y_7, so erhält man zwei Punkte der Parabel. Hierauf nimmt man $A x_4$ zwischen die Zirkelspitze, setzt wieder in f ein und durchsticht jetzt die folgende Linie $y_8 y_9$, in y_8 und y_9, so sind auch y_8 und y_9 Punkte der Parabel, denn es ist z. B. $A x_4 = m' y_8 = f y_8$.

Auf diese Weise kann man eine beliebige Anzahl Punkte festlegen, werden dieselben dann mit einem Linienzug aus freier Hand mit einander verbunden, so entsteht die Parabelkurve, Fig. 28.

Die Linie a B heißt die Achse der Parabel, $a x_1$, $a x_2$, $a x_3$ u. s. w. sind die Abszissen, $x_1 y_2$, $x_2 y_4$, $x_3 y_6$ die zugehörigen Ordinaten derselben. Zum Verständnis des Beweises für die Kubierung des Paraboloids gehört nun nur noch der Satz, daß sich die Abszissen der Parabel wie die Quadrate der zugehörigen Ordinaten verhalten, d. h. es ist:

$$a x_1 : a x_2 : a x_3 \ldots = x_1 y_2^2 : x_2 y_4^2 : x_3 y_6^2 \ldots$$

Das Paraboloid selbst entsteht nun durch Rotation der Parabelfläche um ihre Achse a B und es läßt sich die obige Formel für die Kubierung dieses Körpers, gestützt auf vorstehenden Satz, wie folgt beweisen: *)

Teilt man die Achse C D, Fig. 29, des Paraboloids A B C mit dem Grundhalbmesser A D = R in n gleiche Teile von der Höhe $\frac{C D}{n} = \frac{H}{n} = h$,

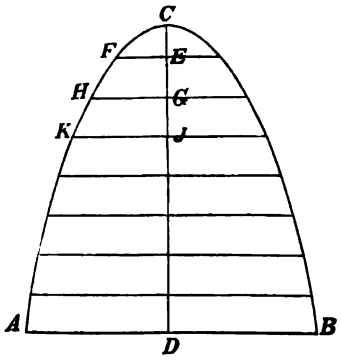


Fig. 29.

und legt durch jeden Teilungspunkt E, G, J u. s. w. eine mit der Grundfläche A B parallele Ebene, so ist, da sich die Abszissen wie die Quadrate der Ordinaten verhalten: $C E : C G : C J \ldots = E F^2 : G H^2 : J K^2$, oder

$1 : 2 : 3 \ldots = \pi E F^2 : \pi G H^2 : \pi J K^2$,

d. h. die einzelnen Durchschnittsflächen $\pi E F^2$, $\pi G H^2$ u. s. w. wachsen wie die natürlichen Zahlen. Setzt man nun die erste Durchschnittsfläche F, so ist die zweite 2 F, die n^{te} aber n F.

Werden nun die einzelnen zwischen zwei Durchschnittsflächen liegenden Körper-

*) Vgl. Oberstudienrat Dr. Riecke, Mathemat. Unterhaltungen, 2. Heft, 1868.

stücke durchweg als Walzen mit der unteren Grundfläche und der Höhe h betrachtet, so erhält man die Summe dieser einzelnen Walzen

$$= 1F.h + 2F.h + 3F.h + \ldots . nF.h =$$
$$= F.h\,(1 + 2 + 3 + \ldots\ldots\ldots\ldots n).$$

Der in der Parenthese stehende Ausdruck bildet aber eine arithmetische Reihe erster Ordnung, die nach der Summenformel für solche Reihen:

$S = n\,\frac{(a + t)}{2}$ summiert werden kann, d. h. man hat:

$$S = hF \times \frac{n\,(n + 1)}{2}.$$

Die Summe dieser einzelnen Körperstücke wird dem Inhalt des Paraboloids um so näher kommen, je kleiner h wird, d. h. in eine je größere Anzahl gleich hoher Schichten man das Paraboloid zerlegt, und wird dem Inhalt desselben selbst gleich sein, wenn man n unendlich groß macht, dann aber ist $n + 1 = n$ und es ergiebt sich der körperliche Inhalt des Paraboloids:

$$k = h.F \times \frac{n^2}{2} = \frac{h.F.n.n}{2} = \frac{nh \times nF}{2} = nh \times \frac{nF}{2}.$$

Da aber $nh = H$ (Höhe des Paraboloids) und $nF = \pi A D^2 = \pi R^2$, so ist auch $k = \pi R^2 . \frac{H}{2} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{2} = \frac{\pi D^2 . H}{8} = \frac{G . H}{2}$, was zu beweisen war.

Einen weiteren einfachen Beweis hat Dr. Schmid (Professor am Realgymnasium in Stuttgart) geliefert*); wir lassen denselben hier in der Rieckeschen Darstellung**) folgen.

Es sei A D = R der Halbmesser, somit πR^2 die Grundfläche des Paraboloids, Fig. 30, welche wieder gleichen Flächeninhalt mit dem Quadrat G J L K haben soll. In G und J sind senkrecht zur Quadratfläche G J L K die Linien G M und J N = der Höhe H des Paraboloids errichtet. Verbindet man nun M mit N, ebenso M mit K und N mit L, so entsteht ein durch die Rechtecke G L, L M und M J und die Dreiecke N J L und M G K begrenztes dreiseitiges Prisma, welches die Hälfte eines rechtwinkeligen Parallelepipedons mit der Grundfläche J K = πR^2 und der Höhe H ist, d. h. sein Kubikinhalt ist = $\frac{\pi R^2 . H}{2}$. Es ist jetzt nur noch zu beweisen, daß dieses Prisma dem Paraboloid von gleicher Grundfläche und Höhe gleich ist.

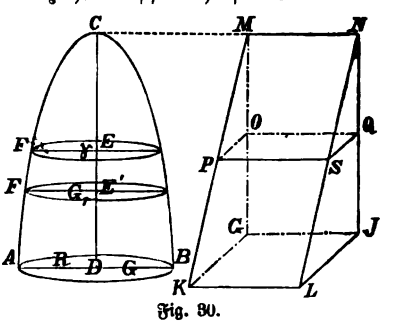


Fig. 30.

Zu diesem Behufe schneidet man von der Achse C D des Paraboloids ein beliebiges Stück C E = h ab, legt durch E einen parallelen Schnitt zur Grundfläche des Paraboloids, so ist dieser ein Kreis. Da

*) Korrespondenzblatt für Gelehrte und Realschulen 1867, sowie Supplemente zur Monatschrift für Forst- und Jagdwesen von Dr. F. Baur, 1. Heft, 1869.

**) Vergl. dessen mathematische Unterhaltungen, 2. Heft, 1868.

sich die Abszissen wie die Quadrate der Ordinaten verhalten, so ist:

$$F E^2 : A D^2 = C E : C D \text{ oder}$$
$$\pi F E^2 : \pi A D^2 = h : H \ldots . I.$$

Schneidet man von M G ein gleiches Stück M O = h ab und legt durch O einen parallelen zur Grundfläche K J liegenden Schnitt, so ist dieser Durchschnitt P Q ein Rechteck und es verhält sich die Fläche:

$$P Q : K J = P O . O Q : K G . G J \text{ oder}$$
$$P Q : K J = P O : K G$$
$$P Q : K J = M O : M G$$
$$P Q : K J = h : H \ldots \ldots . II.$$

Verbindet man Gleichung II mit I, so ist

$\pi F E^2 : \pi . A D^2 = P Q : K J$, da aber $K J = \pi R^2$, so ist auch
$\pi F E^2 : \pi . A D^2 = P Q : \pi R^2$ und endlich

$$P Q = \pi . F E^2.$$

Da nun je zwei solcher Querschnitte in gleicher Höhe über den Grundflächen der beiden Körper, Fig. 30, einander gleich sind, so sind die Körper selbst gleich und es besteht für das Prisma, wie für das Paraboloid, die Formel

$$k = \frac{\pi R^2 . H}{2} = \frac{\pi D^2 . H}{8} = \frac{G . H}{2}.$$

Mißt man in der Mitte E die Grundfläche = γ, so ist das Paraboloid auch gleich einem Zylinder von dieser Grundfläche γ und der Höhe H, d. h. es ist $k = \gamma . H$; denn es verhält sich (Fig. 30):

$F E^2 : A D^2 = C E : C D$ oder $F E^2 : R^2 = 1 : 2$, daraus

$$F E^2 = \frac{R^2}{2} \text{ und } \pi . H . F E^2 = \frac{\pi . H . R^2}{2}, \text{ mithin}$$
$$k = \gamma . H = \frac{G . H}{2}.$$

Legt man, Fig. 30, eine Querschnittfläche G_1 nach E', d. h. so, daß $C E' = \frac{2}{3} H$ ist, so erhält man für das Paraboloid die Formel:

$$k = \frac{3}{4} G_1 . H = 0{,}75\, G_1 . H.$$

Beweis; $F E'^2 : A D^2 = C E' : C D$ oder $F E'^2 : R^2 = 2 : 3$ daraus

$$F E'^2 = \frac{2}{3} R^2 \text{ und}$$
$$\frac{3}{4} \pi H . F E'^2 = \frac{3}{4} \pi H . \frac{2}{3} R^2,$$
$$\frac{3}{4} G_1 . H = \frac{1}{2} \pi . R^2 . H = \frac{G . H}{2}, \text{ somit}$$
$$k = \frac{G . H}{2} = \frac{3}{4} G_1 . H = 0{,}75 . G_1 . H.$$

Was die Kubierung des abgestutzten Paraboloids betrifft, so sei bemerkt, daß, wenn G die untere, g die obere und γ die mittlere Kreis-

fläche und h die Höhe desselben bezeichnet, man den Inhalt k nach den Formeln findet:

$$k = (G + g)\,\frac{h}{2} \quad \text{oder} \quad k = \gamma \,.\, h.$$

Beweis: Der Inhalt des abgestutzten Paraboloids ABHG, Fig 31, muß gleich sein dem Paraboloid ABC — GHC. Ist nun der Durchmesser des Paraboloids ABC = D, dessen Höhe CD = H und dessen Grundfläche = G, ebenso der Durchmesser des Paraboloids GHC = d, dessen Höhe CK = H′ und dessen Grundfläche = g, so ist

Paraboloid $ABC = \frac{\pi \,.\, D^2 \,.\, H}{8}$ und Paraboloid $GHC = \frac{\pi \,.\, d^2 \,.\, H'}{8}$, folglich das abgekürzte Paraboloid

$$ABHG = \frac{\pi \,.\, D^2 \,.\, H}{8} - \frac{\pi \,.\, d^2 \,.\, H'}{8} = \frac{\pi}{8}\,(D^2 \,.\, H - d^2 \,.\, H').$$

Da sich die Quadrate der Ordinaten wie die Abszissen verhalten, so ist auch

$d^2 : D^2 = H' : H$ und nach der Proportionslehre

$d^2 : (D^2 - d^2) = H' : (H - H')$, und wenn man

$$H - H' = DK = h \text{ setzt } H' = \frac{d^2 \,.\, h}{D^2 - d^2}.$$

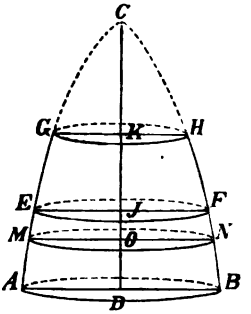


Fig. 31.

Aus gleichem Grunde ist aber auch

$D^2 - d^2 : D^2 = H - H' : H$ oder

$$H = \frac{D^2 \,.\, h}{D^2 - d^2}.$$

Setzt man diese beiden Werte in obige Gleichung $ABHG = \frac{\pi}{8}\,(D^2 \,.\, H - d^2 \,.\, H')$ ein, so ist:

$$ABHG = \frac{\pi}{8}\left(\frac{D^2 \,.\, D^2 \,.\, h}{D^2 - d^2} - \frac{d^2 \,.\, d^2 \,.\, h}{D^2 - d^2}\right) = \frac{\pi}{8}\left(\frac{D^4 - d^4}{D^2 - d^2}\right) h.$$

Endlich ist $D^4 - d^4 = (D^2 + d^2)\,(D^2 - d^2)$, daher auch

$$ABHG = \frac{\pi}{8}\left(\frac{(D^2 + d^2)\,(D^2 - d^2)}{D^2 - d^2}\right) h = \frac{\pi}{8}\,(D^2 + d^2)\,h =$$

$$= \left(\frac{\pi\,D^2}{4} + \frac{\pi\,d^2}{4}\right)\frac{h}{2} \text{ und}$$

$$k = (G + g)\,\frac{h}{2} = \left(\frac{G + g}{2}\right) h.$$

Legt man, Fig. 31, in der halben Höhe J des abgestutzten Kegels noch einen Schnitt EF senkrecht zur Achse CD und nennt die zugehörige Kreisfläche γ, so ist auch, da die Kreisflächen des Paraboloids wie die natürlichen Zahlen wachsen, $\gamma = \frac{G + g}{2}$, denn ist z. B. die Kreisfläche von GH = 1 n, so ist diejenige von EF = 2 n und die von AB = 3 n; folglich die Mittenkreis-

fläche $\gamma = \frac{1\,n + 3\,n}{2} = 2\,n$; d. h. es ist bei dem Paraboloid ganz einerlei, ob man den Inhalt aus der Mittenkreisfläche γ, oder aus der halben Summe der beiden Endflächen $\left(\frac{G+g}{2}\right)$ multipliziert mit der Höhe berechnet.

Will man die Messung des Durchmessers A B der Grundfläche, Fig. 31, vermeiden, so kann man dieselbe auch im dritten Teile der Höhe vornehmen, sodaß $D\,O = {}^1/_3\,D\,K$ ist; setzt man nun die Kreisfläche von $M\,N = G_1$, die untere Grundfläche $= G$, die obere $= g$ und die Höhe $D\,K = h$, so ist auch der Inhalt k des abgestutzten Paraboloids:

$$k = \frac{h}{4}\,(3\,G_1 + g).$$

Beweis: Es verhält sich bekanntlich, Fig. 31:

$$C\,D : C\,O : C\,K = A\,D^2 : M\,O^2 : G\,K^2, \text{ daher auch:}$$
$$C\,D - C\,O : C\,O - C\,K = A\,D^2 - M\,O^2 : M\,O^2 - G\,K^2 \text{ und}$$
$$D\,O : O\,K = A\,D^2 - M\,O^2 : M\,O^2 - G\,K^2.$$

Setzt man $A\,D = R$, $M\,O = \delta$ und $G\,K = r$, so ist weiter:

$$1 : 2 = R^2 - \delta^2 : \delta^2 - r^2 \text{ und}$$
$$2\,R^2 - 2\,\delta^2 = \delta^2 - r^2, \text{ daraus}$$
$$3\,\delta^2 = 2\,R^2 + r^2 \text{ und } 3\,\delta^2 + r^2 = 2\,(R^2 + r^2).$$

Durch Multiplikation mit $\frac{\pi\,h}{4}$ ist endlich:

$$\frac{\pi\,h}{4}\,(3\,\delta^2 + r^2) = \frac{\pi\,h}{2}\,(R^2 + r^2) \text{ oder}$$
$$\frac{h}{4}\,(3\,\pi\,\delta^2 + \pi\,r^2) = (\pi\,R^2 + \pi\,r^2)\,\frac{h}{2} \text{ und}$$
$$k = \frac{h}{2}\,(G + g) = \frac{h}{4}\,(3\,G_1 + g).$$

Setzt man in vorstehender Formel $g = o$, so geht das abgestutzte Paraboloid in das volle Paraboloid und auch h in H über, und man erhält:

$$k = \frac{H}{4}\,(3\,G_1 + o) = \frac{3}{4}\,H\,.\,G_1 = 0{,}75\,.\,G_1\,.\,H;$$

in welchem Ausdruck jetzt H die Höhe des Vollkegels und G_1 die in ${}^1/_3$ dieser Höhe liegende Grundfläche bezeichnet.

Mißt man neben den beiden Endflächen des Paraboloids auch noch die Durchschnittsfläche in der Mitte, und setzt wie seither die untere Kreisfläche G, die obere g, die mittlere γ und die Höhe des abgestutzten Paraboloids $= h$, so ist der Inhalt k desselben auch:

$$k = \frac{h}{6}\,(G + 4\,\gamma + g).$$

Beweis: wie bereits bekannt, ist $\gamma = \frac{G + g}{2}$ oder $2\gamma = G + g$, daher auch $2\gamma + 4\gamma = G + g + 4\gamma$ oder $6\gamma = G + 4\gamma + g$ und

$$\gamma = \frac{G + 4\gamma + g}{6}.$$

Setzt man diesen Wert von γ in die Gleichung $k = \gamma \cdot h$ ein, so ist

$$k = \frac{h}{6}(G + 4\gamma + g).$$

Wird auch hier $g = o$ gesetzt, so geht h in H über und man erhält eine weitere Formel für den Vollkegel, nämlich:

$$k = \frac{H}{6}(G + 4\gamma + o) = \frac{H}{6}(G + 4\gamma),$$

in welcher G der unteren, γ der mittleren Kreisfläche und H der ganzen Höhe des vollen Paraboloids entspricht.

c) Der paraboliſch eingebauchte Kegel (Neiloid). Die Seiten der paraboliſch eingebauchten Kegel bilden keine geraden, ſondern nach Innen gekrümmte Linien und es geht ſchon hieraus hervor, daß die Abnahme der Kreisflächen vom Fuße des Kegels nach der Spitze hin noch in einem raſcheren Verhältnis, als bei dem geradſeitigen Kegel ſtattfinden muß. Bei letzterem nehmen die Kreisflächen wie die Quadrate der Höhe ab, bei dem Neiloid aber werden die Kreisflächen wie die dritten Potenzen der Höhen kleiner. Iſt daher die Grundfläche des Kegels G, ſo wird ſie bei $\frac{1}{4}$ Höhe noch $\left(\frac{3}{4}\right)^3 . G = \frac{27}{64} G$, in der Mitte noch $\left(\frac{1}{2}\right)^3 G = \frac{1}{8} G = \frac{8}{64} G$ und bei $\frac{3}{4}$ der Höhe noch $\left(\frac{1}{4}\right)^3 G = \frac{1}{64} G$ ſein. Ebenſo werden die Durchmeſſer des Kegels bei $\frac{1}{4}$ Höhe 0,65, in der Mitte 0,35 und in $\frac{3}{4}$ der Höhe nur noch 0,125 oder $\frac{1}{8}$ der Grundſtärke 1 betragen. Das Neiloid*) entſteht aus der Rotation der Neilſchen Parabel A B C, Fig. 32, um ihre Achſe C D.

Da dieſer Körper kaum eine Bedeutung für die Holzkubierung hat, ſo ſoll über denſelben auch nur weniges zum Vortrag kommen.

Den Kubikinhalt k des Neiloids findet man durch Multiplikation ſeiner Grundfläche G mit $\frac{1}{4}$ ſeiner Länge H, d. h. es iſt:

$$k = \frac{\pi A B^2}{4} \cdot \frac{H}{4} = \frac{\pi D^2 H}{16} = \frac{G . H}{4}.$$

*) Die Neil'ſche Parabel, aus deren Rotation das Neil'ſche Paraboloid entſteht, mit der Gleichung $y^2 = p x^3$ iſt eine Parabel höherer Ordnung. Sie führt ihren Namen nach dem engliſchen Mathematiker Wilhelm Neil (1657).

Beweis*): Man teile, Fig. 32, die Höhe $CD = H$ in eine beliebige Anzahl n gleiche Teile, so daß ein solcher Teil $a = \frac{CD}{n} = \frac{H}{n}$ wird,

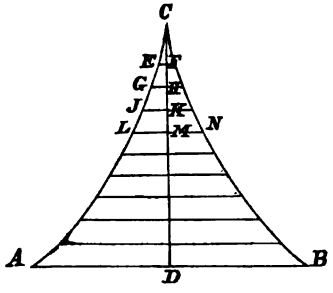


Fig. 32.

und lege dann durch jeden Teilungspunkt F, H, K.... eine zur Grundfläche parallele Ebene, so verhalten sich offenbar die Abszissen CF, CH, CK u. s. w. wie die natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4.... Da nach der Gleichung der Neil'schen Parabel $y^3 = p\,x^3$ sich die Quadrate der Ordinaten wie die dritten Potenzen (Würfel) der Abszissen verhalten, so muß sein:

$$EF^2 : GH^2 : JK^2 .... =$$
$$= 1^3 : 2^3 : 3^3 .... \text{ oder auch}$$
$$\pi . EF^2 : \pi GH^2 : \pi JK^2 .... =$$
$$= 1 : 8 : 27 ....$$

d. h. die Durchschnittsflächen wachsen wie die Würfel der natürlichen Zahlen. Setzt man daher die erste Kreisfläche g, so ist die zweite 8 g, die dritte 27 g u. s. w. Die letzte aber $\pi\,AD^2 = \pi R^2 = n^3 . g$. Werden nun die einzelnen gleich hohen Körperstücke alle als Walzen mit der unteren Grundfläche und der Höhe = a berechnet, so erhält man ihre Summe:

$$g . a + 2^3 g . a + 3^3 g . a + ... n^3 g . a \text{ oder}$$
$$a . g (1 + 2^3 + 3^3 + ... n^3)$$

und da die Summe der n ersten Kubikzahlen gefunden wird nach der Formel $\left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2 = \frac{n^2}{4}(n+1)^2$, so ist:

$$a\,g \times \frac{n^2}{4}\,(n+1)^2.$$

Nun ist klar, daß die Summe dieser Körperstücke sich dem Inhalt des Neiloids in dem Verhältnisse mehr nähern muß, als die Anzahl der Teile n wächst und die Höhe a der einzelnen Körperstücke abnimmt; wird endlich a unendlich klein, d. h. n unendlich groß, so ist dann $n + 1 = n$ und der Inhalt k des Neiloids wird:

$$k = a\,g + \frac{n^2}{4} . n^2 = a\,g \times \frac{n^4}{4} = \frac{a\,n . n^3\,g}{4};$$

da aber $a\,n = H$ und $n^3\,g = \pi R^2$, so muß auch sein:

$$k = \frac{H . \pi R^2}{4} = \pi R^2 \times \frac{H}{4} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{4} = \frac{\pi D^2 . H}{16} = \frac{G . H}{4}.$$

Will man wie bei den bereits abgehandelten Kegeln auch bei dem Neiloid statt der Grundfläche G die in der halben Höhe gemessene γ einführen, so ist der Kubikinhalt k, wenn die Höhe H ist:

$$k = 2 . \gamma . H.$$

*) Vergl. Riecke, Mathematische Unterhaltungen, 3. Heft, 1873, S. 54—55.

Beweis: Der Inhalt des Neiloids LCN, Fig. 32, ist: $k = \pi . LM^2 . \frac{H}{4}$, nimmt man nun die Kreisfläche nicht an der Grundfläche, sondern in der Mitte H, so ist nach dem Vorstehendem:

$GH^2 : LM^2 = 2^3 : 4^3$ oder $GH^2 : LM^2 = 8 : 64 = 1 : 8$, daher

$LM^2 = 8\,GH^2$, und wenn man diesen Wert in $k = \pi . LM^2 . \frac{H}{4}$ substituiert, so ist: $k = \pi . 8\,GH^2 . \frac{H}{4} = 2\pi\,GH^2 . H = 2\gamma . H.$

Ist die Höhe des Neiloids ABC, Fig. 33, $= CD = H$ und man bestimmt die Grundfläche F in dem Punkte G so, daß $CG = H \sqrt[3]{1/4} = 0{,}63\,H$, so ist der Kubikinhalt k des Neiloids auch:

$$k = F . H,$$

d. h. das Neiloid ist auch gleich einer Walze mit der Grundfläche F und der Höhe H.

Beweis: Es ist: $CD^3 : CG^3 = AD^2 : EG^2$ oder

$$H^3 : (H \sqrt[3]{1/4})^3 = R^2 : EG^2$$

$$1 : 1/4 = R^2 : EG^2 \text{ und } EG^2 = \frac{R^2}{4}.$$

Werden beide Seiten der Gleichung mit πH multipliziert, so ist endlich:

$$\pi\,EG^2 . H = \pi\,R^2 . \frac{H}{4} \text{ oder}$$

$$k = G . \frac{H}{4} = F . H.$$

Ist die untere Fläche des abgestutzten Neiloids G, die obere g, die Höhe h, so ist dessen Kubikinhalt:

$$k = \frac{h}{4}\left[G + g + \sqrt[3]{G . g}\,(\sqrt[3]{G} + \sqrt[3]{g})\right]$$

Beweis: Der Inhalt k des abgestutzten Neiloids ABFE, Fig. 33, ist gleich der Differenz der beiden Neiloide ABC — EFC. Setzt man die Höhe $CD = H$, die Höhe $CG = H'$ und $CD - CG = H - H' = DG = h$, ferner $AB = D$ und $EF = d$ und die diesen Durchmessern entsprechenden Kreisflächen G und g, so ist:

$$k = \frac{\pi D^2 . H}{16} - \frac{\pi d^2 . H'}{16} = \frac{\pi}{16}(D^2 H - d^2 H') \ldots\ldots 1.$$

Da sich bei der Neil'schen Parabel die Quadrate der Ordinaten wie die dritten Potenzen der Abszissen verhalten, so ist:

$d^2 : D^2 = H'^3 : H^3$, aus beiden Seiten die dritte Wurzel gezogen:

$d^2/3 : D^2/3 = H' : H$, daher auch

$d^2/3 : D^2/3 - d^2/3 = H' : H - H' = H' : h$, daraus

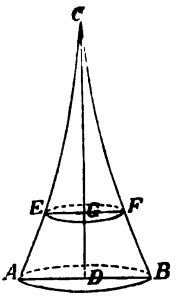


Fig. 88.

$$H' = \frac{d^2/_3}{D^2/_3 - d^2/_3} \cdot h.$$ Ebenso ist auch

$D^2/_3 - d^2/_3 : D^2/_3 = H - H' : H = h : H$, daraus

$$H = \frac{D^2/_3}{D^2/_3 - d^2/_3} \cdot h.$$

Werden die Ausdrücke für H und H' in obige Gleichung 1 substituiert, so ist:

$$k = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D^2 \cdot D^2/_3 - d^2 \cdot d^2/_3}{D^2/_3 - d^2/_3}\right) h;$$

da aber $D^2 \cdot D^2/_3 = D^2 \sqrt[3]{D^2} = \sqrt[3]{D^6 \cdot D^2} = \sqrt[3]{D^8} =$

$= D^8/_3$, und ebenso $d^2 \cdot d^2/_3 = d^8/_3$, so folgt weiter:

$$k = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D^8/_3 - d^8/_3}{D^2/_3 - d^2/_3}\right) h.$$

Ferner ist $D^8/_3 - d^8/_3 = (D^4/_3 + d^4/_3)\ (D^4/_3 - d^4/_3) =$

$= (D^4/_3 + d^4/_3)\ (D^2/_3 + d^2/_3)\ (D^2/_3 - d^2/_3)$,

folglich auch, wenn man diesen Wert einfügt:

$$k = \frac{\pi}{16}\left[\frac{(D^4/_3 + d^4/_3)\ (D^2/_3 + d^2/_3)\ (D^2/_3 + d^2/_3)}{D^2/_3 - d^2/_3}\right] h =$$

$$= \frac{\pi}{16}\ (D^4/_3 + d^4/_3)\ (D^2/_3 + d^2/_3) \cdot h.$$

Führt man in diesem Ausdruck die Multiplikationen wirklich aus, so ist:

$$k = \frac{\pi}{16}\ (\sqrt[3]{D^4} + \sqrt[3]{d^4})\ (\sqrt[3]{D^2} + \sqrt[3]{d^2})\ h =$$

$$= \frac{\pi}{16}\ (D^2 + \sqrt[3]{D^4 \cdot d^2} + \sqrt[3]{D^2 \cdot d^4} + d^2)\ h$$

$$= \frac{\pi}{16}\left[D^2 + \sqrt[3]{D^2 \cdot d^2}(\sqrt[3]{D^2} + \sqrt[3]{d^2}) + d^2\right] h.$$

Werden endlich statt der Durchmesser die Kreisflächen G und g eingeführt, so ist:

$$k = \frac{h}{4}\left[G + \sqrt[3]{G \cdot g}\ (\sqrt[3]{G} + \sqrt[3]{g}) + g\right].$$

Vorstehende Formel ist für die praktische Ausführung unbequem. Führt man aber neben der unteren und oberen Kreisfläche G und g auch noch die in der halben Höhe ermittelte Kreisfläche $= \gamma$ ein, so ist der Kubikinhalt k des abgestutzten Neiloids auch:

$$k = (G + 4\,\gamma + g)\,\frac{h}{6}.$$

Beweis:*) Wird in der Gleichung des Neiloidstumpfes

$$k = \frac{\pi}{16}\left[D^2 + D^2/_3\ d^2/_3\ (D^2/_3 + d^2/_3) + d^2\right] h$$ der erste Faktor mit $\frac{2}{3}$, der zweite aber mit $\frac{3}{2}$ multipliziert, dann geht sie über in:

*) Vergl. Lehrbuch der Holzmeßkunst von M. Kunze, 1873, S. 44.

$$k = \frac{\pi}{24}\left[\frac{3\,D^2}{2} + \frac{3\,D^2/_3\,d^2/_3\,(D^2/_3 + d^2/_3)}{2} + \frac{3\,d^2}{2}\right] h =$$

$$= \frac{\pi}{24}\left[D^2 + d^2 + \frac{1}{2}\left(D^2 + 3\,D^2/_3\,d^2/_3\,(D^2/_3 + d^2/_3) + d^2\right)\right] h \ldots\ldots 1.$$

Nennt man nun wieder den unteren Durchmesser, Fig. 34, A B = D, den mittleren J K = δ, den oberen G H = d, C F = H', D F = h, so ist:

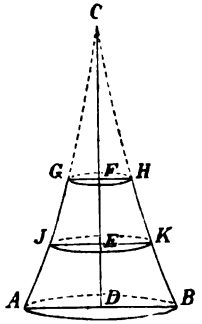


Fig. 34.

$d^2 : \delta^2 = H'^3 : \left(H' + \frac{h}{2}\right)^3$ oder

$d^2/_3 : \delta^2/_3 = H' : \left(H' + \frac{h}{2}\right)$; ferner

$d^2/_3 : \delta^2/_3 - d^2/_3 = H' : \left(H' + \frac{h}{2}\right) - H'$ und

$d^2/_3 : \delta^2/_3 - d^2/_3 = H' : \frac{h}{2} \ldots\ldots 2$

$d^2 : D^2 = H'^3 : (H' + h)^3$ oder

$d^2/_3 : D^2/_3 = H' : H' + h$; ferner

$d^2/_3 : D^2/_3 - d^2/_3 = H' : (H' + h) - H'$ und

$d^2/_3 : D^2/_3 - d^2/_3 = H' : h \ldots\ldots 3.$

Wird Gleichung 3 durch Gleichung 2 dividiert, so ergiebt sich:

$$\frac{\delta^2/_3 - d^2/_3}{D^2/_3 - d^2/_3} = \frac{1}{2} \text{ oder}$$

$$2\,\delta^2/_3 = D^2/_3 + d^2/_3.$$

Wird letzte Gleichung zur dritten Potenz erhoben, so verwandelt sie sich in:

$$8\,\delta^2 = D^2 + 3\,D^2/_3\,d^2/_3\,(D^2/_3 + d^2/_3) + d^2.$$

Da dieser Ausdruck mit dem in Klammern eingeschlossenen Teil der Gleichung 1 vollständig übereinstimmt, so kann er in dieselbe substituiert werden und man erhält:

$$k = \frac{\pi}{24}\left(D^2 + d^2 + \frac{8\,\delta^2}{2}\right) h = \frac{\pi}{24}\,(D^2 + 4\,\delta^2 + d^2)\,h$$

$$= \frac{h}{6}\left(\frac{\pi D^2}{4} + 4\,\frac{\pi\,\delta^2}{4} + \frac{\pi\,d^2}{4}\right) = \frac{h}{6}\,(G + 4\gamma + g).$$

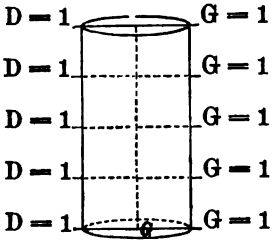
Durch die Mittenkreisfläche γ allein läßt sich der Inhalt des abgestutzten Neiloids nicht ausdrücken; würde man denselben z. B. aus $\gamma \cdot H$ berechnen, so erhielte man ein zu kleines Resultat. Ebenso ist die für den abgestutzten geradseitigen und paraboloischen Kegel giltige Formel:

$k = (3\,G_1 + g)\,\frac{h}{4}$ für das abgestutzte Neiloid nicht ganz richtig.

Behält man für Halbmesser, Durchmesser, Kreisflächen, Höhen u. s. w. alle vorstehenden Bezeichnungen bei, so lassen sich die in diesem Paragraphe betrachteten Körper mit ihren zugehörigen Formeln leicht in gedrängter Übersicht tabellarisch darstellen. (Siehe folgende Seite.)

Überſicht
der
wichtigſten Formeln
für

Zylinder.

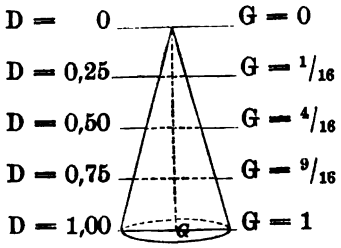


$$k = \pi R^2 . H.$$

$$k = \frac{\pi D^2}{4} . H.$$

$$k = G . H.$$

Gemeiner Kegel.



Vollkegel.

$$k = \frac{\pi R^2 . H}{3}.$$

$$k = \frac{\pi D^2 . H}{12}.$$

$$k = \frac{G . H}{3}.$$

$$k = \frac{\pi}{3} \delta^2 . H.$$

$$k = \frac{4}{3} \gamma . H.$$

$$k = (G + 4\gamma) \frac{H}{6}.$$

$$k = 0{,}75 . G_1 . H.$$

$$k = \gamma . H + \frac{G . H}{12}.$$

Stutzkegel.

$$k = \frac{\pi}{3}(R^2 + r^2 + R . r) h.$$

$$k = \frac{\pi}{12}(D^2 + d^2 + D . d) h.$$

$$h = (G + g + \sqrt{G . g}) \frac{h}{3}.$$

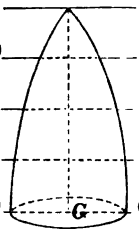
$$k = (G + 4\gamma + g) \frac{h}{6}.$$

$$k = (3 G_1 + g) \frac{h}{4}.$$

$$k = \gamma . h + \frac{g^1}{12} h = \left(\gamma + \frac{g^1}{12}\right) h.$$

Übersicht
der
wichtigsten Formeln
für

Paraboloid.



Vollkegel.

$$k = \frac{\pi R^2 . H}{2}.$$

$$k = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{2} = \frac{\pi D^2 . H}{8}.$$

$$k = \frac{G . H}{2}.$$

$$k = \gamma . H.$$

$$k = 0{,}75 . G_1 . H.$$

$$k = (G + 4\gamma) \frac{H}{6}.$$

Stutzkegel.

$$k = (\pi R^2 + \pi r^2) \frac{h}{2}.$$

$$k = \pi (D^2 + d^2) \frac{h}{8}.$$

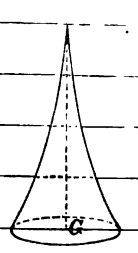
$$k = \frac{(G + g)}{2} h = (G + g) \frac{h}{2}.$$

$$k = \gamma . h.$$

$$k = (G + 4\gamma + g) \frac{h}{6}.$$

$$k = (3 G_1 + g) \frac{h}{4}.$$

Neiloid.



Vollkegel.

$$k = \frac{\pi R^2 . H}{4}.$$

$$k = \frac{\pi D^2 . H}{16}.$$

$$k = \frac{G . H}{4}.$$

$$k = 2\gamma . H.$$

$$k = (G + 4\gamma) \frac{H}{6}.$$

Stutzkegel.

$$k = \frac{\pi h}{4} (R^2 + \sqrt[3]{R^4 r^2} + \sqrt[3]{R^2 r^4} + r^2).$$

$$k = \frac{\pi h}{16} \left[D^2 + \sqrt[3]{D^2 . d^2} (\sqrt[3]{D^2} + \sqrt[3]{d^2}) + d^2 \right].$$

$$k = \frac{h}{4} \left[G + \sqrt[3]{G . g} (\sqrt[3]{G} + \sqrt[3]{g}) + g \right].$$

$$k = (G + 4\gamma + g) \frac{h}{6}.$$

Auf die Formeln Seite 64 und 65 gestützt, welche übrigens nur auf wirkliche stereometrische Körper angewendet ganz genaue Resultate liefern, können wir nun zu den verschiedenen Stammkubierungsmethoden selbst übergehen. Da, wie schon am Eingange dieses Paragraphen bemerkt wurde, hierbei die regelmäßigen Baumtheile von den unregelmäßigen abgeschieden werden müssen, so werden wir auch in diesem Sinne in der Behandlung unseres Stoffes vorschreiten.

3. Die Kubierung des Schaftholzes.

§ 15.

Daß Bäume, als Ganzes betrachtet, nicht unter eine einzige stereometrische Form gebracht werden können, wurde bereits erwähnt; aber auch die Baumschäfte besitzen keine unter allen Verhältnissen gleich bleibende Form. Letztere ist vielmehr von Holz- und Begründungsart, Höhe, Standort und einer mehr oder weniger gedrängten Stellung der Bäume abhängig. Deshalb ist auch die vom Fuße nach dem Gipfel laufende Seite des Stammes in der Regel keine *gerade*, wie bei dem gemeinen Kegel oder der Walze, sondern meist eine mehr oder weniger *ausgebauchte*, selten aber, und dann nur am unteren Stammteile, eine *eingebauchte* Linie. *Die Baumschäfte fallen daher hinsichtlich ihrer Form und ihres Inhaltes zwischen die Walze und den gemeinen Kegel*, ausnahmsweise (z. B. bei ganz jungen Stämmchen) *zwischen letzteren und den paraboliſch eingebauchten Kegel.*

Nach allen bis jetzt vorliegenden Untersuchungen läßt sich das Gesetz der Schaftform in keine engeren Grenzen zwängen. Kein Mensch ist imstande, nach dem bloßen Augenmaße genau anzugeben, ob ein zu kubierender Stamm die Form eines geradseitigen, eines ausgebauchten oder eingebauchten Kegels besitzt, d. h. ob er, streng mathematisch genommen, einer der im vorigen Paragraphen betrachteten Formen angehört. Wäre letzteres der Fall, dann ließen sich unsere Stämme nach jenen Formeln auf das genaueste kubieren. Da aber die Baumschäfte zwischen dem Abschnittspunkte am Stocke und zwischen dem oberen Abschnitt oder Gipfel streckenweise bald gerade, bald etwas eingebauchte oder ausgebauchte Seitenlinien besitzen, so ist eher anzunehmen, daß ein und derselbe Stamm an verschiedenen Stellen verschiedene Kegelformen besitzt. Hierin liegt auch die Schwierigkeit, einen ganzen oder entgipfelten Stamm in einem Stück nach einer der § 14 mitgeteilten Formeln mathematisch scharf zu berechnen,

das Resultat wird vielmehr von dem wirklichen Inhalte des Baumes nicht selten etwas, wenn auch nur um wenige Prozente, abweichen.

Wir wollen nun die wichtigsten Methoden besprechen, welche man bezüglich der Kubierung der Baumschäfte für wirtschaftliche und wissenschaftliche Zwecke bis jetzt vorschlug.

A. Die Kubierung nach der faktischen Mittenstärke des Schaftes.

(Huber'sche Methode.*)

a. Kubierung für wirtschaftliche Zwecke aus einer Mittenstärke. Für die Kubierung des Klotz- und Langholzes in den Schlägen genügt für die Fälle der gewöhnlichen forstlichen Praxis die Kubierung nach einer faktischen Mittenstärke.

Man betrachtet die liegenden runden Nutzhölzer als abgestutzte ausgebauchte Paraboloide, deren Inhalt k sich nach § 14 B. b. am einfachsten und richtigsten ergiebt, wenn man ihre Länge h mit der faktischen Mittenquerfläche γ (nicht mit der aus der halben Summe der beiden Enddurchmesser $\frac{D+d}{2}$ berechneten Querfläche) multipliziert; d. h. der Inhalt des Schaftes oder Schaftabschnittes ergiebt sich nach Formel:

$$k = \gamma \,.\, h = 0{,}785 \,.\, d^2 \,.\, h = 0{,}0796 \,.\, u^2 \,.\, h,$$

in welchen Formeln k den Inhalt in Kubikmetern, h die Länge des Schaftes oder des Schaftabschnittes in Metern, d den Durchmesser und u den Umfang, beide in der Mitte des Holzstückes und in Metern und Bruchteilen desselben gemessen, bedeuten.

Beispiel: Ein 10 Meter langes Schaftstück habe einen mittleren Durchmesser (in der halben Länge gemessen) von 0,55 m, so ist dessen Inhalt

$$k = 0{,}785 \,.\, d^2 \,.\, h = 0{,}785 \,.\, 0{,}55^2 \,.\, 10$$
$$= 0{,}238 \,.\, 10 = 2{,}38 \text{ Kubikmeter.}$$

Ganz in derselben Weise würde die Rechnung ausgeführt, wenn statt des Durchmessers der Umfang gemessen worden wäre.

Die Formel $k = \gamma \,.\, h$ zeichnet sich durch große Einfachheit aus, sie ist überhaupt die bequemste, welche sich aufstellen läßt. Es fragt sich nur noch, welche Sicherheit dieselbe bietet, d. h. in welchen Einheiten man die

*) Die Bezeichnung Huber'sche Methode ist nicht ganz richtig. Der bayr. Salinen-Forstinspektor Huber hat diese Formel, welche viel älteren Ursprungs ist (siehe Seite 70), 1825 nur als diejenige bezeichnet, nach welcher man den Kubikinhalt der Baumstämme am einfachsten und sichersten erhalte. Vergl. dessen „Hilfstafeln für Bedienstete des Forst- und Baufaches zur leichten und schnellen Berechnung des Massengehalts roher Baumstämme". München 1828.

Durchmesser messen soll und wie lang man die Schäfte oder ihre Teile machen darf, ohne die zulässige Fehlergrenze zu übersteigen. Die Beantwortung dieser Frage hängt natürlich allein von dem bei der Stammkubierung beabsichtigten Genauigkeitsgrade ab. Suchen wir uns daher zuvor diesen wichtigen Gegenstand klar zu machen.*)

Wie aus § 14 hervorgeht, ist die Formel $k = \gamma . h$ nur unter der Voraussetzung richtig, daß das Schaftstück eine Walze oder ein abgestutztes Paraboloid ist. Wäre dagegen das Schaftstück ein gemeiner Stutzkegel, und man wollte ihn aus seiner Mittenquerfläche und Höhe kubieren, so würde man dessen Inhalt um $\frac{1}{12}$ der Walze der Endstärkendifferenz (D — d) zu klein finden (§ 14. B. a.). Bei eingebauchter Form findet man den Inhalt nach Formel $k = \gamma . h$ ebenfalls etwas zu klein. Nun aber ist klar, daß, wenn man die Schäfte nur so lang macht, daß die beiden Endstärken keine beträchtlichen Differenzen zeigen, $\frac{1}{12}$ der dieser Endstärkendifferenz entsprechenden Walze als eine für unsere wirtschaftlichen Zwecke verschwindend kleine Größe betrachtet werden kann, d. h. kein merklicher Fehler begangen wird, wenn man nach der Formel $k = \gamma . h$ auch kürzere Schaftstücke kubiert, welche einem abgestutzten gemeinen Kegel angehören. Wir bemerken jedoch nochmals ausdrücklich, daß wohl fast alle Schäfte (Klotz- und Langholz) ausgebauchte Formen besitzen, so daß die Frage, ob ein Schaft auch einmal gemeine Kegelform haben kann, kaum praktisch werden dürfte.

Es liegt weiter die Wahrnehmung vor, daß für die gewöhnlichen wirtschaftlichen Zwecke, z. B. für die Kubierung der jährlichen Fällungsergebnisse des Stammholzes in den Schlägen, man schon Stämme bis zu einer sehr beträchtlichen Länge aus einer einzigen Mittenstärke ohne merklichen Fehler berechnen kann, wenn dieselben gerade keine auffallenden Unregelmäßigkeiten zeigen.**)

*) Vergleiche auch den interessanten Artikel von Forstrat Speidel in Stuttgart in dem forstwissenschaftlichen Centralblatt von 1886, Seite 227—242.

**) Die von dem k. k. Finanzministerium in Wien herausgegebenen und nach obiger Formel berechneten Kubiktabellen vom Jahre 1858 schreiben z. B. vor, daß in Gegenden und bei Holzsortimenten, für welche der Holzpreis eines Kubikfußes Stammholz bereits die Höhe von 10 kr. österr. Währung erreicht hat oder übersteigt, Rundhölzer, welche über 30 Fuß lang sind, behufs der Bestimmung ihres Kubikinhaltes, nicht mehr in einem Stücke gemessen werden dürfen. Ebenso sollen Rundhölzer, von welchen dieses nicht gilt, auch dann nicht mehr in einem Stücke berechnet werden, wenn sie die Länge von 60 Fuß übersteigen.

Sind jedoch die Stämme schon sehr lang, oder nehmen die Durchmesser vielleicht nach oben plötzlich stark ab, so berechnet man sie besser aus zwei Mittenstärken. Es geschieht solches am einfachsten dadurch, daß man die Schäfte in zwei gleich lange Sektionen sich zerlegt denkt, deren Mittenstärken man erhält, wenn man sowohl vom oberen als unteren Ende des Stammes nach der Mitte hin $\frac{1}{4}$ der Gesamtlänge abmißt und daselbst die Stärkemessungen vornimmt.

Beispiel: Ein Stamm habe eine Länge von 20 m, bei 5 m über der unteren Schnittfläche einen Durchmesser von 0,60 m und bei 5 m unter der oberen Schnittfläche einen Durchmesser von 0,32 m, so ist dessen Inhalt, wenn man sich den Stamm in zwei gleiche Hälften geteilt vorstellt:

$$k = 0{,}785 \,.\, 0{,}60^2 \,.\, 10 + 0{,}785 \,.\, 0{,}32^2 \,.\, 10 =$$
$$= 0{,}283 \,.\, 10 + 0{,}08 \,.\, 10 = 2{,}83 + 0{,}80 = 3{,}63 \text{ Kubikmeter.}$$

Es unterliegt keinem Zweifel, daß man nach der Formel $k = \gamma \,.\, h$ den Inhalt des einzelnen Schaftes öfters etwas fehlerhaft findet, aber es liegt auch wieder die Erfahrung vor, daß sich die Fehler dann ziemlich ausgleichen, wenn man größere Stammzahlen zusammen kubiert und die Durchmesser überhaupt mit der nötigen Sorgfalt gemessen werden.

Es liegen bereits eine Reihe von Versuchen über die Brauchbarkeit der Formel $k = \gamma \,.\, h$ bei Stammholzkubierungen vor.

Berechnet man den Inhalt nur aus einer Mittenstärke, so erhielt:

Riecke	bei 48	Stämmen	zu wenig	0,72 %	Schwankungen	— 9,3	bis + 3,6 %
Preßler	„ 80	„	„ viel	1,56 „	„	— 9	„ + 1,6 „
Seidenstücker	„ 25	„	„ „	4,33 „	—	—	—
Judeich	„ 32	„	„ „	1,32 „	„	— 6,7	„ + 4,8 „
Schaal	„ 300	„	„ „	3,78 „	„	—	—
Kunze	„ 10	„	„ wenig	2,99 „	„	— 13,7	„ + 8,2 „

Dagegen lieferte die Berechnung bei $\frac{1}{4}$ (Untermitte) und $\frac{3}{4}$ (Obermitte) der Länge folgende Resultate:

Preßler	zu wenig	1,53 %	Schwankungen	— 11,9	bis + 7,8 %
Seidenstücker	„ „	5,53 „	—	—	—
Judeich	„ „	0,59 „	„	— 4,9	„ + 5,3 „
Kunze	„ „	1,87 „	„	— 4,2	„ + 5,7 „

Während die Messungen in einem Stück fast alle etwas zu hohe Resultate liefern, erhält man bei der Berechnung in zwei gleich langen Sektionen etwas zu kleine Inhalte. Wenn auch bei beiden Methoden die Durchschnittsresultate wenig von einander abweichen, so bewegen sich bei dem zweiten Verfahren die Schwankungen doch in engeren Grenzen. Die etwas zu hohen Resultate, welche man nach Formel $k = \gamma \,.\, h$ erhält, kommen aber durch die zweckmäßige Bestimmung vieler Forstverwaltungen, daß bei der Messung der Durchmesser Überschüsse von Bruchteilen von Centimetern im Interesse der Holzkäufer unberücksichtigt bleiben sollen, ganz oder nahezu zum Ausgleich

Weitere Untersuchungen über den Genauigkeitsgrad der Huber'schen und andern Kubierungsformeln liegen vor von:

Forstmeister J. Zenker (Böhm. Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde. Jahrgang 1882. Heft 3).

Ad. Midloch (daselbst. Jahrgang 1885/86, Heft 2, und 1886/87, Heft 5).

Ferdinand Holl (Österr. Vierteljahrsschrift für Forstwesen. 1890, Heft 3).

In den letzten Jahren wurde die wichtige Frage lebhaft besprochen, ob man den Durchmesser einfach am Stamme wie er gerade liegt in geraden oder ungeraden Centimetern messen, oder ob der sogenannte verglichene Durchmesser (arithmetisches Mittel aus dem horizonal und vertikal gemessenen Durchmesser) der Kubierung zu Grunde gelegt werden soll. Nach vorliegenden Untersuchungen fallen nämlich beim Fällen $^2/_3$ der Stämme auf die breite und $^1/_3$ derselben auf die schmale Seite. Mißt man daher nur den horizonalen, d. h. den Durchmesser wie der Stamm gerade liegt, so erhält man denselben zum Nachteile des Käufers etwas zu groß, was bei einzelnen Staatsforstverwaltungen mit Recht zu der Bestimmung führte, nach dem verglichenen Durchmesser zu kubieren. Dieses Verfahren hat aber namentlich bei der praktischen Ausführung seine Schwierigkeiten. Man kann nämlich mit dem Kluppenschenkel nicht gut unter dem aufliegenden Stamme durchfahren, auch mißt man leicht sonstige Erhöhungen (Moos, Rinde, gefrorene Erde, Schnee u. s. w.) mit, was wieder zur Bestimmung führte, nur ausnahmsweise und bei sehr unregelmäßig gewachsenen Stämmen die verglichenen Durchmesser zu bestimmen. Dadurch wird aber das Übel einer etwas zu hohen Kubierung nicht ganz beseitigt. Deshalb hat auch die Königl. württembergische Staatsforstverwaltung, auf Grund reichlicher Voruntersuchungen, seit dem 6. Oktober 1885 die Messung des Nadelholzstammholzes nach geraden Centimetern vorgeschrieben und soll diese Methode ein den Käufer und Verkäufer befriedigendes Resultat liefern.*)

Nicht nur in der Genauigkeit, sondern auch in der großen Bequemlichkeit, welche die Formel $k = \gamma . h$ bei der praktischen Ausführung bietet, liegt die Ursache, daß dieselbe schon früher viele Anhänger besaß, daß die meisten neueren Kubiktabellen nach ihr berechnet und wohl auch in allen Staatsforstverwaltungen des deutschen Reiches eingeführt sind.

Diese Methode der Kubierung findet sich nach Schwappach bereits in Krünitz Encyklopädie von 1781 angeführt. Ebenso erschienen 1787 in Gießen Kubiktabellen, welche nach der gleichen Formel berechnet sind. Auch schreibt die

*) Vergl. den Artikel von Forstrat Speidel im forstwissenschaftlichen Centralblatt 1886, Seite 227—242: „Wie soll das Nadelstammholz gemessen werden".

preußische Instruktion für Revierförster von 1817 dieselbe vor, während Huber erst 1828 seine auf gleicher Formel beruhenden „Hilfstafeln" herausgab.

Das Aufschlagen der Kubikinhalte in Tafeln, welche sich auf die Formel $k = \gamma . h$ gründen, ist höchst einfach und die Erhebung der hierzu dienenden Berechnungsfaktoren bequem und sicher, weil man nur die Länge des Schaftes oder der Sektion und die zugehörige Mittenstärke oder den Mittenumfang zu messen nötig hat. Alle auf anderen Grundlagen ruhenden und bis jetzt veröffentlichten Kubiktabellen sind entweder unbequemer oder unrichtig.

b. Kubierung für wissenschaftliche Zwecke aus mehreren Mittelstärken (Sektionsverfahren). Wünscht man zu besseren taxatorischen Arbeiten oder wissenschaftlichen Zwecken eine genauere Kubierung, so denkt man sich den Stamm, je nach dem beabsichtigten Genauigkeitsgrade, in 1 m — 3 m lange Sektionen zerlegt, mißt in der Mitte jeder Sektion den Durchmesser, und schlägt in einer nach Formel $k = \gamma . h$ berechneten Kubiktafel den der Sektionslänge entsprechenden Inhalt auf, addiert die letzteren und erhält in der Summe den Kubikinhalt des ganzen Stammes. Noch genauere Resultate werden sich hierbei ergeben, wenn man den Durchmesser übers Kreuz bis auf Millimeter genau mißt und das Mittel zieht.

Sind alle Sektionen gleich lang, so kann man auch die den Sektionsmittenstärken entsprechenden Kreisflächen addieren und die Summe mit der Sektionslänge multiplizieren, um den Gesamtinhalt des Schaftes auf einmal zu erhalten; denn bezeichnet man die einzelnen Mittenquerflächen mit $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \ldots . \gamma_n$ und die allen Sektionen gemeinsame Länge mit h, so ist der Inhalt des ganzen Schaftes: $k = \gamma_1 . h + \gamma_2 . h + \gamma_3 . h + \gamma_4 . h + \ldots . \gamma_n . h$

$= h\ (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 \ldots . \gamma_n)$.

Bleibt dann, was nicht selten geschieht, am Ende noch ein Stück übrig, dessen Länge kleiner als h ist, so muß dieses als eine kürzere Sektion noch besonders berechnet und zur vorigen Summe addiert werden.

Beispiel: Ein 28 m langer, und in lauter 5 m lange Sektionen zerlegt gedachter Stamm (Fig. 35) hatte, vom Stockabschnitt nach dem Gipfel hin, folgende Durchmesser: 65, 58, 49, 41, 34 und das 3 m lange Endstück in der Mitte 28 Centimeter; so ist dessen Inhalt, wenn man in irgend einer Tafel die Stammquerflächen aufschlägt:

Fig. 35.

$k = 5\ (0{,}332 + 0{,}264 + 0{,}189 + 0{,}132 + 0{,}091) + 3 . 0{,}062 = 5 . 1{,}008 + 0{,}186$
$= 5{,}226$ Kubikmeter.

Es bedarf wohl kaum noch der Erwähnung, daß, wenn an der Stelle der Sektionsmitte unnatürliche Erhöhungen oder Einschnürungen vorkommen sollten, man die Messung der Stärken richtiger an einer etwas höheren oder tieferen Stelle vornehmen muß.

In einigen älteren Kubiktabellen sind zum Nachteile der Forstbesitzer die Baumschäfte entweder als geradseitige Kegel $\left(k = \frac{G \cdot H}{3}\right)$, oder als abgestutzte geradseitige Kegel aus den beiden Endstärken $\left[k = \frac{\pi}{12}(D^2 + d^2 + D \cdot d) \cdot h\right]$ berechnet.

Was die Berechnung der Stämme nach der Formel für den geradseitigen Kegel betrifft, so kann dies Verfahren nur unter der Voraussetzung richtig sein, daß die Schäfte vom Fuß bis zum Gipfel auch gemeine Kegel bilden; da wir aber wissen, daß die meisten Stämme ihrem Inhalte nach zwischen den gemeinen Kegel und die Walze von gleicher Grundfläche und Höhe fallen, so müssen solche Tafeln den Kubikinhalt der Stämme auch um die ganze Ausbauchungsmasse zu klein angeben. Noch fehlerhafter sind aber solche Tafeln, welche die Stämme als eine Walze betrachten, deren Inhalt man erhält, wenn man die der halben Grundstärke angehörige Kreisfläche mit der Länge des Schaftes multipliziert. Abgesehen davon, daß die Grundstärke des Baumes sich wegen des Wurzelanlaufs meist nicht genau ermitteln läßt, wird auch nach diesem Verfahren der Bauminhalt noch um $\frac{1}{12}$ der Grundwalze (G . H) zu klein gefunden (§ 14. B. a.).

Diejenigen, welche, wie z. B. Grabner in seinen Kubiktafeln; die entgipfelten Schäfte als abgestutzte geradseitige Kegel aus den beiden Endstärken berechnen, bestimmen den Inhalt aus denselben Gründen gleichfalls um die Ausbauchungsmasse zu klein. Der Fehler ist natürlich bei kürzeren Schaftabschnitten kleiner, immerhin verdient aber das Huber'sche Verfahren den Vorzug.

Wird aber, wie dies jetzt wohl nur noch in einzelnen Privatwaldwirtschaften vorkommt, der Stamm in der Art kubiert, daß man ihn als eine Walze betrachtet, deren Inhalt man erhält, wenn man die zur halben Summe der beiden Endstärken $\left(\frac{D + d}{2}\right)$ gehörige Kreisfläche mit der Stammlänge multipliziert, so erhält man den Stamminhalt nicht allein um die Ausbauchungsmasse, sondern auch noch um $\frac{1}{12}$ derjenigen Walze zu klein, welche (D — d) zur Stärke hat (§ 14. B. a.). Solche Verfahrungsweisen sind daher unbedingt verwerflich. Wie wir ebenfalls § 14. B. a. nachgewiesen haben, werden hier die Resultate um so fehlerhafter, je größer die Differenz zwischen dem oberen und unteren Durchmesser des Klotzes wird, d. h. je höher man den Schaft entgipfelt. Man macht hierbei nicht selten die Wahrnehmung, daß man bei ein und demselben Stamme dessen Inhalt kleiner findet, wenn man ihn höher entgipfelt, als wenn man die Entgipfelung an einer tieferen Stelle vornimmt, obgleich sich der Inhalt doch um das Stück zwischen den beiden Entgipfelungs-

punkten vermehrt hat. Schon König machte in seiner Forstmathematik (Gotha 1842) hierauf aufmerksam, indem er auf Seite 348 in dieser Beziehung sagt: „Diese stereometrische Stümperei, wodurch das Forsteinkommen so bedeutende Massen verliert, ist zur stillen Freude der Stammholzkäufer meist noch im Gebrauche".

B. Kubierung nach den beiden Endstärken des Schaftes.
(Smalian'sche Methode.)

a. Kubierung für wirtschaftliche Zwecke. Der kgl. preuß. Oberforstmeister Smalian hat schon im Jahre 1806*) darauf aufmerksam gemacht, daß man den Inhalt der Baumschäfte richtiger nach dem abgestutzten Paraboloid als nach dem gemeinen Kegel berechne.

Da bekanntlich bei dem abgestutzten Paraboloid die Mittenkreisfläche γ gerade so groß ist als das arithmetische Mittel aus der unteren und oberen Kreisfläche G und g, so schlug Smalian statt der Formel $k = \gamma . h$ den theoretisch gleichen Ausdruck:

$$k = \left(\frac{G + g}{2}\right) h$$ vor.

Betrachtet man daher die Baumschäfte als abgestutzte Paraboloide, so findet man deren Inhalt auch, indem man statt der Mittenquerfläche die beiden Endquerflächen G und g bestimmt, diese addiert, durch zwei dividiert und den Quotienten mit der Länge h des Stammes multipliziert.

Beispiel: Ein 18 m langer Baumstamm, Fig. 36, enthalte als unteren Durchmesser 0,72 m, als oberen Durchmesser 0,34 m, so ist die dem unteren Durchmesser entsprechende Kreisfläche G = = 0,407 qm, die zu dem oberen gehörige g = 0,091 qm, daher nach Formel:

Fig. 36.

$$k = \left(\frac{G + g}{2}\right) h = \frac{0{,}407 + 0{,}091}{2} \times 18 = \frac{0{,}498}{2} \times 18 = 4{,}482$$

Kubikmeter.

Vorausgesetzt, daß der fragliche Schaft genau die Form eines abgekürzten Paraboloids hat, werden natürlich die Formeln $k = \gamma . h$ und $k = \left(\frac{G + g}{2}\right) h$ ganz übereinstimmende Resultate liefern. Beide werden aber auch in der Praxis, wo man es nicht immer mit reinen paraboloischen Formen zu thun hat, in ihren Resultaten um so näher kommen, je kürzer

*) Vergl. G. L. Hartig: Journal für Forst-, Jagd- und Fischereiwesen 1806, Heft 3.

der Stamm ist. Immerhin ist aber die Formel $k = \gamma . h$, bei welcher man nur eine Mittenstärke abzugreifen hat, für die Praxis weit bequemer.

Die Formel $k = \left(\frac{G+g}{2}\right) h$ hat dagegen noch den weiteren Übelstand, daß nach ihr die untere und obere Grundfläche des Stammes gemessen werden muß. Da beide aber, die eine wegen des Wurzelanlaufes, die andere wegen etwa vorhandener starker Beastung des Stammes, oft schwer genau zu ermitteln sind, so liefert die Smalian'sche Formel, auf wirkliche Baumkörper angewendet, fehlerhaftere Resultate, als die Formel von Huber. Es liegt in dieser Thatsache zugleich der Beweis, daß eine Formel theoretisch richtig, aber praktisch doch wenig brauchbar sein kann.

b. Kubierung für wissenschaftliche Zwecke (Sektionsverfahren). Selbstverständlich gewinnt die Kubierung nach Smalian noch an Genauigkeit, wenn man, was allerdings nur für feinere wissenschaftliche Arbeiten durchführbar ist, sich den Stamm in eine Anzahl gleicher Sektionen zerlegt denkt, die letzteren nach Formel $k = \left(\frac{G+g}{2}\right) h$ kubiert und addiert. Noch rascher kommt man nach folgender Formel zum Ziele: Man nennt, indem man die Messung am Stockabschnitt beginnt, die den Endflächen der einzelnen Sektionen entsprechenden Kreisflächen $G_0, G_1, G_2 \ldots . G_n$, die Sektionslänge h und erhält den Inhalt k des Baumschaftes:

$$k = \left(\frac{G_0 + G_1}{2}\right) h + \left(\frac{G_1 + G_2}{2}\right) h + \left(\frac{G_2 + G_3}{2}\right) h \ldots + \left(\frac{G_{n-1} + G_n}{2}\right) h =$$

$$= \frac{h}{2}\left[G_0 + G_n + 2\ (G_1 + G_2 + \ldots . G_{n-1})\right]$$

$$= h\left[\frac{G_0 + G_n}{2} + G_1 + G_2 + \ldots . G_{n-1}\right].$$

Zerlegt man den Baum in eine große Anzahl Sektionen, so liefert diese Formel nahe so gute Resultate als die Formel: $k = (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \ldots . \gamma_n)\ h$. Da aber in ersterer Formel wieder die unterste und oberste Grundfläche G_0 und G_n vorkommt, welche sich aus den bereits angegebenen Gründen nicht immer genau bestimmen lassen, so verliert die Formel um so mehr an Genauigkeit, in je weniger Sektionen der Baum zerlegt wird.

Berücksichtigt man endlich auch noch die größere Einfachheit der Huber'schen Methode, so verdient dieselbe entschieden den Vorzug vor der Smalian'schen Formel. Trotzdem hat letztere bei Ermittlung des Flächen- und Massenzuwachses der Baumschäfte wieder ihre Vorzüge, wenn man die Stammscheiben nicht aus der Mitte, sondern aus den Enden der Sektionen entnehmen muß.

C. Die Hoßfeld'sche Methode. *)

Setzt man die Kreisfläche eines Baumstammes in $^1/_8$ seiner Höhe (vom Stockabschnitte aus gemessen) $= G_1$, die obere Endkreisfläche $= g$ und die Länge $= h$, so ist dessen Kubikinhalt k nach § 14. B. a. und b:

$$k = \left(\frac{3\,G_1 + g}{4}\right) h = (3\,G_1 + g)\,\frac{h}{4}.$$

Führt man in obige Formel den Radius ein, d. h. setzt: $G_1 = \pi\,R_1^2$ und $g = \pi\,r^2$, so geht sie über in:

$$k = (3\,\pi\,R_1^2 + \pi\,r^2)\,\frac{h}{4} = \frac{\pi\,h}{4}\,(3\,R_1^2 + r^2).$$

Will man diese Formel durch den Durchmesser ausdrücken, so braucht man nur $R_1 = \frac{D_1}{2}$ und $r = \frac{d}{2}$ zu setzen, es ist dann:

$$k = \frac{\pi\,h}{4}\left[3\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2\right] = \frac{\pi\,h}{4}\left(\frac{3}{4}\,D_1^2 + \frac{d^2}{4}\right) =$$

$$= \frac{\pi\,h}{16}\,[3\,D_1^2 + d^2].$$

Wie aus § 14 B. a. und b. hervorgeht, hat diese Formel für den gemeinen und gebauchten Kegel ihre Richtigkeit. Da beim Gebrauch derselben nur zwei Stärkenmessungen und eine Längenbestimmung zu machen sind, überdies die mißliche Stärkenmessung an der durch den Wurzelanlauf häufig verunstalteten unteren Querfläche des Baumes hier wegfällt, so verdient dieselbe jedenfalls hinsichtlich ihrer Genauigkeit alle Beachtung

Beispiel: Ein 15 m langes Schaftstück (Fig. 37) habe in $^1/_8$ der Länge einen Durchmesser $= 0{,}44$ m und am oberen Ende einen solchen von 0,22 m, so findet man den Inhalt desselben nach Formel:

Fig. 37.

*) Nachstehende Formel hat Hoßfeld in seiner praktischen Stereometrie von 1812, Seite 123, entwickelt, weshalb man sie die Hoßfeld'sche nennen kann, obgleich sie von demselben nicht zur Anwendung in der Forstwirtschaft empfohlen wurde.

$$k = \frac{h}{4}(3G_1 + g) = \frac{15}{4}(3 \times 0{,}152 + 0{,}038) = \frac{15}{4}(0{,}456 + 0{,}038) =$$

$$= \frac{15}{4} \times 0{,}494 = 1{,}852 \text{ Kubikmeter.}$$

Die Resultate, welche diese Formel bei der Kubierung entgipfelter Stämme liefert, sind etwas genauer als diejenigen der Formel $k = \gamma . h$. So fand z. B. Riecke bei 48 Stämmen nur 0,73 Prozent zu wenig, mit Schwankungen von — 6,4 bis + 1,4 Prozent. Die Unterschiede sind jedoch so groß nicht, und da die Hoßfeld'sche Formel die Messung von zwei Durchmessern beansprucht, während man bei Formel $k = \gamma . h$ nur einen Durchmesser gebraucht, so wird man letzterer doch für wirtschaftliche Zwecke den Vorzug vor allen anderen einräumen müssen.*)

Setzt man in der Hoßfeld'schen Formel $k = (3\,G_1 + g)\,\frac{h}{4}$ die obere Grundfläche $g = 0$, so geht dieselbe bekanntlich in die Formel für den Vollkegel, d. h. unentgipfelten Stamm, über und man erhält:

$$k = \frac{3}{4} G_1 . H = 0{,}75\, G_1 . H.$$

Diese Formel giebt, wie wir gesehen haben, den Inhalt für den gemeinen und paraboliſchen Kegel genau, für das Neiloid mit einem ganz geringen Fehler. Da man ferner bei dieser Formel einen Durchmesser in $^1/_8$ der gesamten Stammlänge und zwar gerade an einer Stelle zu messen hat, wo der Schaft am regelmäßigsten gewachsen ist, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß dieselbe für unentgipfelte Stämme, welche man nicht nach dem Sektionsverfahren kubieren will, nicht nur die einfachste, sondern auch die genaueste sein muß. Daß dieselbe auch sehr gut zur Kubierung stehender Schäfte verwendet werden kann, werden wir später sehen.

D. Die Newton'sche (Riecke'sche) Formel.

Aus der Seite 64 und 65 gegebenen Übersicht der wichtigsten Kegelformeln folgt, daß, wenn h die ganze Länge eines Schaftes, g die obere, γ die mittlere und G die untere Kreisfläche desselben bedeutet, man

*) Forstschuldirektor Buchmayer hat in der von uns redigierten Monatschrift für Forst- und Jagdwesen (jetzt Forstwirtschaftliches Centralblatt), Jahrgang 1878 Seite 113 u. f., für die Hoßfeld'sche Formel eine Tabelle berechnet, aus welcher sich für die vorkommenden Höhen und Durchmesser die Kubikinhalte in Festmetern direkt ablesen lassen.

sowohl für den geradseitigen als paraboliſch ausgebauchten und eingebauchten Kegel den Inhalt gleich richtig nach der Formel:

$$k = (G + 4\gamma + g)\frac{h}{6}$$

erhält. Da dieſe Formel für alle drei Kegelformen richtig iſt, ſo iſt man bei Anwendung derſelben von der Kegelform unabhängig, und es iſt klar, daß dieſelbe vorzügliche Reſultate liefern muß, weshalb ſie auch Riecke in ſeiner Schrift „über die Berechnung des körperlichen Inhaltes unbeſchlagener Bäume“ neben der Hoßfeld'ſchen Formel ſehr empfiehlt. Immerhin ſetzt die Formel die Meſſung von drei Durchmeſſern und darunter auch den immer etwas zweifelhaften unteren und oberen Durchmeſſer voraus. Wir geben deshalb auch für die gewöhnlichen wirtſchaftlichen Bedürfniſſe der Formel $k = \gamma . h$, wegen ihrer großen Einfachheit, verbunden mit hinreichender Genauigkeit, den Vorzug.

Beiſpiel: Es ſei h (Fig. 38) = 20 m, der Durchmeſſer am unteren Ende = 0,64 m, am oberen Ende = = 0,36 m und in der Mitte = 0,52 m, alſo $G = 0{,}322$ qm; $\gamma = 0{,}212$ qm und $g = 0{,}102$ qm, ſo iſt:

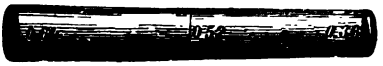


Fig. 38.

$$k = \frac{h}{6}(G + 4\gamma + g) = \frac{20}{6}(0{,}322 + 4 . 0{,}212 + 0{,}102) = 1{,}272 \times \frac{20}{6} =$$

= 4,24 Kubikmeter.

Setzt man $g = o$, ſo erhält man, wie bereits § 14. B. b. nachgewieſen wurde, die Formel für den unentgipfelten Stamm,

$$k = \frac{h}{6}(G + 4\gamma),$$

welche ſich in der allgemeinen Forſt- und Jagdzeitung 1830, Seite 306, ſchon mitgeteilt und empfohlen findet. Wir geben jedoch für unentgipfelte Stämme der Hoßfeld'ſchen Formel $k = 0{,}75 . G_1 . H$ unbedingt den Vorzug.

E. Die Formel von Simpſon.*)

(Simpſon'ſche Regel.)

Sie iſt nur eine wiederholte Anwendung der ſoeben abgehandelten und von Riecke empfohlenen Formel und läßt ſich aus dieſer auch wie folgt ableiten:

*) Dieſelbe hat ihren Namen von dem engliſchen Mathematiker Thomas Simpſon, welcher dieſelbe in ſeinen Mathematical Dissertations (London 1743) zuerſt angab und empfahl. Dieſe Formel kann zur Berechnung von Flächen, wie von Körpern dienen.

Man teile den Stamm (Fig. 39) in eine gerade Anzahl gleicher Sektionen, ermittle deren Querflächen an beiden Enden (g_1 und g_9), sowie

Fig. 39.

an allen übrigen Teilpunkten (g_2, g_3, g_4 .. g_8), bezeichne ferner die Länge einer Sektion mit h, so ist nach der Riecke'schen Formel:

$$k = \frac{2h}{6}(g_1 + 4g_2 + g_3) + \frac{2h}{6}(g_3 + 4g_4 + g_5) +$$
$$+ \frac{2h}{6}(g_5 + 4g_6 + g_7) + \frac{2h}{6}(g_7 + 4g_8 + g_9)$$
$$= \frac{2h}{6}(g_1 + 4g_2 + g_3 + g_3 + 4g_4 + g_5 + g_5 +$$
$$+ 4g_6 + g_7 + g_7 + 4g_8 + g_9) =$$
$$= \frac{h}{3}[g_1 + g_9 + 4(g_2 + g_4 + g_6 + g_8) + 2(g_3 + g_5 + g_7)].$$

Setzt man nun in dieser Formel die Summe der beiden Endquerflächen $g_1 + g_9 = A$, ferner die Summe aller Querflächen mit geraden Zeigern = B und die Summe aller Querflächen mit ungeraden Zeigern = C, so ist:

$$k = \frac{h}{3}(A + 4B + 2C)$$

die Simpson'sche Formel, welche in Worten ausgedrückt, wie folgt lautet:

Man nehme die Endflächen (etwa in Quadratmetern ausgedrückt) **einfach**, die Summe der Querflächen mit **geraden** Zeigern **vierfach** und die Summe der Querflächen mit **ungeraden** Zeigern **zweifach**, addiere alle diese Produkte und multipliziere die ganze Summe mit dem dritten Teile der Sektionslänge, so ergiebt sich der Kubikinhalt des Stammes.

Beispiel: Ein Stamm, Fig. 39, wurde in 8 gleich lange 2metrige Sektionen zerlegt und es ergaben sich in den Teilungspunkten die nachfolgenden Durchmesser: 0,48; 0,45; 0,43; 0,40; 0,39; 0,37; 0,34; 0,29 und 0,25 m mit den zugehörigen Kreisflächen: $g_1 = 0{,}181$; $g_2 = 0{,}159$; $g_3 = 0{,}145$; $g_4 = 0{,}126$; $g_5 = 0{,}119$; $g_6 = 0{,}108$; $g_7 = 0{,}091$; $g_8 = 0{,}066$; $g_9 = 0{,}049$. Der Kubikinhalt ergiebt sich hiernach:

Kreisfläche $g_1 = 0{,}181$ qm
„ $g_9 = 0{,}049$ „
Summe $= 0{,}230$ qm; einfach $= 0{,}230 = A.$
„ $g_2 = 0{,}159$ „
„ $g_4 = 0{,}126$ „
„ $g_6 = 0{,}108$ „
„ $g_8 = 0{,}066$ „
Summe $= 0{,}459$ qm; vierfach $= 1{,}836 = 4\,B.$
„ $g_3 = 0{,}145$ „
„ $g_5 = 0{,}119$ „
„ $g_7 = 0{,}091$ „
Summe $= 0{,}355$ qm; zweifach $= 0{,}710 = 2\,C.$

Mithin $k = \frac{h}{3}(A + 4B + 2C) = \frac{2}{3}(0{,}230 + 1{,}836 + 0{,}710) =$

$= \frac{2}{3} \times 2{,}776 = \frac{5{,}552}{3} = 1{,}851$ Kubikmeter.

Da auch diese Formel, wie die Riecke'sche, für die drei verschiedenen Kegelformen richtig ist, so muß sie selbstverständlich auch sehr gute Resultate liefern, und dieses um so mehr, in je mehr Sektionen man den Baum sich zerlegt denkt. Natürlich empfiehlt sich die Simpson'sche Formel für den gewöhnlichen praktischen Dienst nicht, sondern kann wegen ihrer Umständlichkeit höchstens da angewendet werden, wo es sich um genauere Resultate, oder um die Prüfung der Güte einer anderen Formel handelt. Aber selbst hier möchten wir ihr für die Stammkubierung nicht die große Bedeutung beilegen, welche man ihr andererseits beigelegt hat.

Auch die von Professor O. Simony im Centralblatt für das gesamte Forstwesen von 1876, Seite 626, aufgestellte Formel $V = \frac{h}{3}\left[2(g^1/_4 + g^3/_4) - g\,m\right]$, in welcher die Querflächen in $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ und in der Mitte ($g\,m$) der Höhe h abgegriffen werden müssen, wird kaum eine weitere Verwendung in der forstlichen Praxis finden.

F. Schlußbemerkungen über die verschiedenen Kubierungsmethoden.

Fassen wir schließlich unsere Betrachtungen über die Kubierungsregeln zusammen, so ergeben sich für das Sektionsverfahren folgende drei Formeln:

$$k = h\,(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 + \ldots\ldots \gamma_n) \quad \ldots\ldots \text{I.}$$

$$k = h\left[\frac{G_0 + G_n}{2} + G_1 + G_2 + G_3 + \ldots G_{n-1}\right] \ldots\ldots \text{II.}$$

$$k = \frac{h}{3}(A + 4B + 2C) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{III.}$$

Die Formel I geht aus der wiederholten Anwendung der Huber'schen, Formel II aus derjenigen der Smalian'schen und Formel III aus der Newton-Riecke'schen Formel hervor.

Zerlegt man den Stamm in eine größere Anzahl Sektionen, so liefern alle drei Formeln nahezu dieselben Resultate. Da aber Formel I nur eine einfache Summierung mittlerer Kreisflächen erfordert, während bei Formel II zwei Gruppen, bei Formel III sogar drei Gruppen von Kreisflächen gebildet werden müssen, so geben wir der Formel I bei Einhaltung des Sektionsverfahrens unbedingt den Vorzug. Begnügt man sich mit einer geringen Anzahl Sektionen, so ist die Formel II aus den bereits angegebenen Gründen immer ungenauer, während Formel III zwar bessere, Formel I aber auch hier die genauesten Resultate liefern wird.

Für den höchsten Genauigkeitsgrad wird man die Sektionen nicht über 1—2 m lang machen dürfen; bei 3—5 m langen Sektionen sind jedoch die Resultate ebenfalls noch sehr zuverlässig.

Der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten bedient sich bei seinen stereometrischen Kubierungen des Sektionsverfahrens nach Formel I und schreibt 1—2 m lange Sektionen vor.

Will man jedoch für die forstliche Praxis die Stämme in einem Stück berechnen, so erweist sich für entgipfelte Schäfte die Huber'sche Formel $k = \gamma . h$ als die einfachste, während für unentgipfelte Schäfte neben dieser namentlich die Hoßfeld'sche Formel $k = 0{,}75 . G_1 H$ den Vorzug verdient.

G. Kubierung der Stammabschnitte oder des Klotzholzes aus Länge und Oberstärke.

Da der Wert des Klotzholzes, insbesondere wenn es zu Schnittwaaren verwendet wird, nicht nur vom Kubikinhalt, sondern namentlich auch vom oberen Durchmesser abhängt, und weil man in Nadelholzrevieren, in welchen der Klotzholzanfall ein sehr großer ist, häufig schon vor der Kubierung eine größere Stammzahl in Schichten zusammen rollt, und aus diesem Grunde nachher die mittleren Durchmesser nicht mehr gut abgreifen kann, so werden in einigen Forsthaushalten die Kubikinhalte des Klotzholzes aus Oberstärke und Länge ermittelt. Um zugleich auch Erfahrungen über den Wertzuwachs der Stämme zu sammeln, vereinigt man in eine Schichte oder Rolle nur Klötze von gleicher Länge und nahezu gleicher Oberstärke. Zur Erleichterung der Kubierung bedient man sich besonderer Tafeln, die sich auf eine größere Anzahl mit aller Sorgfalt nach dem Sektionsverfahren ausgeführten Kubierungen gründen. Die ersten derartigen

Tafeln wurden von Forstdirektor H. Burckhardt*) und der K. Sächsischen Forstverwaltung, bei welcher jetzt noch diese Art der Kubierung üblich ist, veröffentlicht. In neuester Zeit hat auch Professor M. Kunze in Tharand Massentafeln für Fichten- und Kiefern-Nadelholzklötze herausgegeben, welche aus 25,909 nach dem Sektionsverfahren gemessenen Fichten und 12,270 Kiefern hervorgegangen sind und sich ebenfalls auf Länge und Oberstärke beziehen.

Handelt es sich um die Aufstellung solcher Tafeln, so muß man zuvor möglichst viele Klötze nach dem Sektionsverfahren kubieren, hierauf die Inhalte aller Stücke von gleicher Länge und gleichem oberen Durchmesser addieren und die Summe durch die Anzahl aller zusammengehörigen Stücke dividieren. Man erhält so in dem Quotienten den mittleren Inhalt eines Klotzes der betreffenden Länge und oberen Stärke, welcher meist noch mit kleineren oder größeren Fehlern behaftet sein wird, je nachdem der Durchschnitt aus einer kleineren oder größeren Anzahl Stämme hervorging. Diese Unregelmäßigkeiten erkennt man leicht daran, daß bei gleichen Längen der Klötze die Differenzen der nach der Stärke aufeinander folgenden Inhalte keine gesetzmäßig zunehmende Reihe bilden, sondern wellenförmig bald zu-, bald wieder etwas abnehmen. Mittelst graphischer Interpolation oder auch auf dem reinen Rechnungsweg können diese Unregelmäßigkeiten leicht ausgeglichen werden. Bei der einfacheren graphischen Interpolation verfährt man z. B. wie folgt:

Auf eine horizontale Linie trägt man in gleichen Abständen von etwa 1 cm zu 1 cm die oberen Durchmesser auf, errichtet in den einzelnen Punkten senkrechte Linien, überträgt auf diese die zu einer gewissen Stammlänge gehörigen Inhalte und verbindet die so erhaltenen Punkte durch einen aus freier Hand geführten Linienzug. Man erhält so eine mit kleinen Unregelmäßigkeiten versehene Kurve, welche leicht in eine gesetzmäßige umgewandelt werden kann, wenn man, unter Vermeidung der unnatürlichen Ein- und Ausbiegungen, zwischen diesen eine zweite, sich an die erste möglichst anlehnende richtigere Kurve zieht.

Die auf diese oder ähnliche Art gewonnenen Zahlen für die Inhalte der nach Länge und Oberstärke gemessenen Klötze sind aus großen Durchschnitten hervorgegangen und können natürlich auch nur dann annähernd richtige Resultate liefern, wenn man sie wieder zur gemeinschaftlichen Kubierung einer größeren Anzahl Stämme verwendet. Dagegen können

*) H. Burckhardt, Fichte und Kiefer in Bezug auf Form, Sortiment und Inhalt. Hannover 1856.

solche Mittelwerte, angewendet auf die Kubierung einzelner Klötze, selbstverständlich nur zufällig ein mathematisch genaues Resultat liefern.

Wir ziehen daher auch die Kubierung des Klotzholzes aus Mittenstärke und Länge vor, weil diese auch für den einzelnen Klotz ein befriedigendes Resultat verbürgt. Wird zum Zwecke einer richtigen Bestimmung der Preisklassen des Klotzholzes die Messung des oberen Durchmessers für wünschenswert gehalten, so kann diese ja vorgenommen werden, ohne daß man genötigt wäre, von der Inhaltsbestimmung aus Länge und Mittenstärke abzuweichen. Eine Massentafel für Nadelholz-Klötze nach Oberstärke folgt Seite 83.

H. Kubierung der Stangen aus Länge und einem aliquoten konstanten Abstand vom Boden.

In der Forstwirtschaft bringt man das Schaftholz, abgesehen von dem geringen Nutz-Stammreisig, in der Regel in die zwei Hauptrubriken: Stamm- und Stangenholz. Nach den Vereinbarungen unter den Forstverwaltungen des deutschen Reiches versteht man unter Stammholz (Klotzholz, Bloche) nicht geschichtetes Nutzholz, welches bei 1 m oberhalb des unteren Endes gemessen, über 14 cm Durchmesser hat; Stangen dagegen sind solche entgipfelte oder unentgipfelte Langnutzhölzer, welche bis 14 cm Durchmesser haben, bei 1 m oberhalb des unteren Endes gemessen.

Wenn man nun auch ziemlich einstimmig der Ansicht ist, das Stammholz werde am einfachsten und zweckmäßigsten aus Länge und Mittendurchmesser kubiert, so herrschte doch hinsichtlich der Kubierung des Stangenholzes seither noch eine große Meinungsverschiedenheit, die auch in den einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen der verschiedenen Staatsforstverwaltungen ihren Ausdruck findet. Es ist dieses im Interesse einer gleichmäßigen Behandlung dieses wichtigen Gegenstandes zu beklagen. Da sich die Grenze zwischen Stamm- und Stangenholz wissenschaftlich nicht ziehen läßt, die Unterscheidung auch offenbar nur aus Zweckmäßigkeitsgründen gemacht wird, so ist schwer einzusehen, warum das Stangenholz nicht wie das Stammholz kubiert werden soll. Daß man hierbei nicht jede einzelne Stange zu kubieren braucht, sondern dieselben nach möglichst gleicher Länge und Stärke in Schichten bis zu 100 und 200 Stück zusammenbringen und gemeinschaftlich berechnen kann, betrachten wir als selbstverständlich. In jeder Schichte ist dann an einer oder mehreren Stangen mittlere Länge und mittlerer Durchmesser, sowie Stückzahl zu ermitteln und ein einziger Aufschlag in einer besonders für diesen Zweck berechneten Tafel giebt dann den Inhalt der ganzen Schichte.

Massentafel

für Nadelholz-Klötze nach Oberstärke.

Oberer Durchmesser in Centimetern.	Länge: Meter					Oberer Durchmesser in Centimetern.	Länge: Meter				
	3	3,5	4	4,5	5		3	3,5	4	4,5	5
	Inhalt: Kubikmeter						Inhalt: Kubikmeter				
10	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	**40**	0,41	0,49	0,57	0,64	0,72
11	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	41	0,43	0,51	0,59	0,67	0,76
12	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	42	0,45	0,54	0,62	0,70	0,79
13	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	43	0,47	0,56	0,65	0,74	0,83
14	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	44	0,49	0,59	0,68	0,77	0,86
15	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	**45**	0,52	0,61	0,71	0,80	0,90
16	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15	46	0,54	0,64	0,74	0,84	0,94
17	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	47	0,56	0,66	0,77	0,87	0,98
18	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	48	0,59	0,69	0,80	0,90	1,02
19	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	49	0,61	0,72	0,83	0,94	1,06
20	0,11	0,14	0,16	0,19	0,21	**50**	0,63	0,75	0,86	0,98	1,10
21	0,12	0,15	0,17	0,20	0,23	51	0,66	0,78	0,89	1,01	1,14
22	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	52	0,68	0,81	0,93	1,05	1,18
23	0,15	0,17	0,20	0,24	0,27	53	0,71	0,84	0,96	1,09	1,23
24	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	54	0,73	0,87	1,00	1,13	1,27
25	0,17	0,20	0,24	0,27	0,31	**55**	0,76	0,90	1,03	1,17	1,31
26	0,18	0,22	0,26	0,29	0,33	56	0,79	0,93	1,07	1,21	1,36
27	0,20	0,23	0,27	0,31	0,35	57	0,82	0,96	1,11	1,25	1,41
28	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	58	0,84	0,99	1,14	1,30	1,46
29	0,22	0,27	0,31	0,36	0,40	59	0,87	1,03	1,18	1,34	1,50
30	0,24	0,28	0,33	0,38	0,43	**60**	0,90	1,06	1,22	1,38	1,55
31	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	61	0,93	1,09	1,26	1,43	1,60
32	0,27	0,32	0,37	0,43	0,48	62	0,96	1,13	1,30	1,48	1,65
33	0,29	0,34	0,40	0,45	0,51	63	0,99	1,17	1,34	1,52	1,70
34	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	64	1,02	1,20	1,38	1,57	1,76
35	0,32	0,38	0,44	0,50	0,57	**65**	1,05	1,24	1,42	1,61	1,81
36	0,34	0,40	0,47	0,53	0,60	66	1,08	1,27	1,46	1,66	1,86
37	0,36	0,42	0,49	0,56	0,63	67	1,12	1,31	1,51	1,71	1,92
38	0,37	0,44	0,51	0,58	0,66	68	1,15	1,35	1,55	1,76	1,97
39	0,39	0,47	0,54	0,61	0,69	69	1,18	1,39	1,60	1,81	2,03

Die Kubierung des Stangenholzes aus Länge und Mittendurchmesser geschieht seit einer langen Reihe von Jahren mit dem besten Erfolge im Großherzogtum Hessen.*)

Wenn es sich um die Aufstellung von Tafeln handelt, die sich auf Länge und Durchmesser in einem konstanten Abstand vom Boden beziehen sollen, so kann hier selbstverständlich ein ganz ähnliches Verfahren wie bei den Klotzholztafeln, bezogen auf Oberstärke, eingehalten werden. Man wird sich auch hier wieder durch Zusammenfassung von Stangen gleicher Durchmesser und Länge, die man genau kubiert, Mittelwerte schaffen und die Unregelmäßigkeiten auf dem Wege graphischer Interpolation ausgleichen. Oder man kann auch den aus Unterstärke und Länge der Stange sich ergebenden Walzengehalt (Idealwalze) mit einem erfahrungsmäßig festgestellten Reduktionsfaktor (Formzahl) multiplizieren und so den Walzengehalt auf den wirklichen Stangengehalt reduzieren.

Der Verein forstlicher Versuchsanstalten hat sich die Bearbeitung von Massentafeln für Stangenhölzer zur Aufgabe gestellt, welche sich auf die Stärke 1 m oberhalb des unteren Endes gemessen und die vorkommenden Höhen beziehen sollen.

Auch in Preußen werden die Stangen durchweg bei 1 Meter vom Stammende (Stockabschnitt) gemessen und hierher alle Schäfte gerechnet, welche an dieser Stelle 14 cm Durchmesser und weniger haben. Sämtliche Stangensortimente zerfallen da in 8 Klassen und für jede Klasse ist nur ein Kubikinhalt ausgeworfen. So enthält z. B. die IV. Klasse 100 Stück Stangen von 6—7 cm Durchmesser und 6—11 m Länge mit einem Gesamtinhalt von 2,00 Festmeter. Die Grenzen sind hier sehr weit gezogen, denn offenbar haben 100 Stangen von 6 cm Durchmesser und nur 6 m Länge einen weit geringeren Inhalt, als 100 Stangen von 7 cm Durchmesser und 11 m Länge, größere Fehler bei der Kubierung dieses Sortiments sind daher gar nicht zu vermeiden.

Mit der Bearbeitung von Kubiktabellen für Stangenhölzer, welche sich auf Gesamtlänge und Durchmesser bei 1 m über dem Abhiebe beziehen, haben sich in neuester Zeit Dr. Th. Nördlinger (vergleiche Allgemeine Forst- und Jagdzeitung von 1883, Seite 313, und 1886, Juliheft) und Forstrat Karl Schuberg verdient gemacht (vergleiche Forstwissenschaftliches Centralblatt 1885, Seite 497 u. f.). Letzterer veröffentlicht daselbst auf Grund umfangreicher Untersuchungen Tabellen, welche den durchschnittlichen Kubikinhalt der Nutzholzstangen von Weißtannen, Fichten und Kiefern enthalten. Es wäre erwünscht, wenn die Staatsforstverwaltungen den Druck derartiger Tabellen für den Dienstgebrauch veranlassen wollten. Da der Verein deutscher Versuchsanstalten noch keine Kubiktabellen für Stangenhölzer, welche sich auf 1 m über der Abhiebsfläche beziehen, veröffentlicht hat, so sei auf die vorgenannten beiden Arbeiten verwiesen. Als Muster lassen wir folgen:

*) Besonders für diesen Zweck geeignet sind die Hilfstafeln zur Bestimmung des Kubikinhalts des Bau- und Werkholzes von E. Braun, großh. hessischer Oberforstrat, 2. Aufl. Darmstadt 1870.

Kubiktabelle für Fichtenhopfenstangen II. Klasse.

Scheitelhöhe Meter	Durchmesser 1 m vom unteren Ende 7 cm									
	Stückzahl									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Festmeter									
8	0,166	0,322	0,498	0,664	0,830	0,996	1,162	1,328	1,494	1,660
9	0,188	0,376	0,564	0,752	0,940	1,128	1,316	1,504	1,692	1,880
10	0,211	0,422	0,633	0,844	1,055	1,266	1,477	1,688	1,899	2,110
11	0,237	0,474	0,711	0,948	1,185	1,422	1,659	1,896	2,133	2,370
12	0,265	0,530	0,795	1,060	1,325	1,590	1,855	2,120	2,385	2,650
13	0,295	0,590	0,885	1,180	1,475	1,770	2,065	2,360	2,655	2,950

Im Königreich Sachsen wird wieder nach anderen Grundsätzen verfahren. Die amtlich ausgegebene Kubiktafel ist betitelt: „Massentafel für Stangenholz nach Unterstärke". Die Unterstärke wird gemessen bei 0,1 m über dem Abhiebe und mit Weglassung aller überschießenden Bruchteilcentimeter. Die Tabelle enthält 8 Stärkeklassen und innerhalb jeder 2—3 Längenklassen. Die geringen Stärkeklassen bis zu 6 cm Durchmesser sind für die Stückzahlen 10, 50 und 100, die drei höchsten Stärkezahlen für etwas spezifiziertere Stückzahlen berechnet. Die sächsischen Stangenholztafeln sind frei von den Fehlern der preußischen Bestimmungen; sie gingen, wie die Klotzholztafeln aus Oberstärke, aus großen Durchschnittsberechnungen hervor und geben deshalb den Inhalt einer Summe von Stangen richtiger, als die einzelne Stange an. Eine derartige Massentafel für Fichtenstangen folgt Seite 86.

4. Kubierung des Gipfels und stärkeren Astholzes.

§ 16.

Obgleich zum Schafte streng genommen die ganze in senkrechter Richtung aufgewachsene Holzmasse zwischen dem Stock und der äußersten Spitze des Baumes gehört, so findet sich in diesem Sinne doch der Schaft bei den wenigsten Holzarten, eigentlich nur bei der Fichte, Weißtanne und Lärche, vollkommen entwickelt. Bei der Kiefer und sämtlichen Laubhölzern zerteilt sich derselbe aber in späteren Jahren am oberen Ende in einzelne stärkere und schwächere, mehr oder weniger regelmäßig gewachsene Äste.

Was daher im § 15 hinsichtlich der Berechnung des Schaftholzes erwähnt wurde, gilt nur bis zu derjenigen Stelle des Schaftes, an welcher sich derselbe in mehrere Äste zu teilen beginnt, oder wo man den weniger wertvollen oder schon so unregelmäßig gewachsenen Gipfel abtrennen muß, weil man ihn nicht mehr wie die unteren Teile verwerten und berechnen kann.

Massentafel für Fichtenstangen nach Unterstärke.

(Die Unterstärke bei 0,1 m über dem Abhiebe gemessen.)

Länge: Meter	Unterstärke: Centimeter						
	2	3	4	5	6	7	8
	Massengehalt für 100 Stück: Kubikmeter						
1	0,02	—	—	—	—	—	—
2	0,04	0,08	0,14	0,22	—	—	—
3	0,05	0,12	0,21	0,33	0,46	0,62	—
4	0,07	0,16	0,29	0,44	0,62	0,82	1,05
5	0,08	0,20	0,36	0,55	0,77	1,03	1,31
6	—	0,24	0,43	0,66	0,93	1,24	1,57
7	—	0,28	0,50	0,77	1,08	1,44	1,83
8	—	—	0,57	0,88	1,24	1,65	2,09
9	—	—	0,64	0,99	1,39	1,85	2,36
10	—	—	—	1,10	1,55	2,06	2,62
11	—	—	—	—	1,70	2,26	2,88
12	—	—	—	—	1,86	2,47	3,14

Länge: Meter	Unterstärke: Centimeter						
	9	10	11	12	13	14	15
	Massengehalt für 100 Stück: Kubikmeter						
5	1,61	—	—	—	—	—	—
6	1,93	2,31	2,70	—	—	—	—
7	2,25	2,69	3,15	3,62	4,09	—	—
8	2,57	3,08	3,60	4,13	4,67	—	—
9	2,90	3,46	4,05	4,65	5,25	—	—
10	3,22	3,85	4,50	5,17	5,84	6,51	7,18
11	3,54	4,23	4,95	5,68	6,42	7,16	7,90
12	3,86	4,62	5,40	6,20	7,01	7,81	8,62
13	4,18	5,00	5,85	6,72	7,59	8,47	9,33
14	4,50	5,39	6,30	7,23	8,17	9,12	10,05
15	—	5,77	6,75	7,75	8,76	9,77	10,77
16	—	6,16	7,20	8,27	9,34	10,42	11,49
17	—	—	—	8,78	9,93	11,07	12,21
18	—	—	—	—	10,51	11,72	12,92
19	—	—	—	—	—	12,37	13,64
20	—	—	—	—	—	13,02	14,36

Was nun die Kubierung des Ast- und Gipfelholzes betrifft, so kann sie bei denjenigen Holzstücken, welche noch stereometrische Formen bilden, ähnlich wie bei dem Schaftholze erfolgen. Man sortiert zunächst die gröberen Astholzstücke, welche noch annähernd als stereometrische Körper berechnet werden können, von den schwächeren, knotigen, unregelmäßig gewachsenen Ästen und dem Reisig. Zerlegt hierauf die ersteren mit Säge oder Axt in lauter solche Stücke, daß jedes einzelne als abgekürztes Paraboloid angesehen werden kann, dessen Inhalt sich ergiebt, wenn man die mittlere Querfläche mit der Länge des Stückes multipliziert, und mißt schließlich noch alle mittleren Durchmesser und die Länge jedes einzelnen Stückes. Es bedarf kaum noch der Erwähnung, daß diese Arbeit wesentlich abgekürzt werden kann, wenn man den einzelnen Stücken, so weit thunlich, die ortsübliche Scheitlänge von 1 m giebt und nach gleichen Stärken geordnet zusammenlegt. Ebenso dürfen die Durchmesser nicht ganz regelmäßiger Stücke nicht immer genau in der Mitte, sondern müssen an jener Stelle abgegriffen werden, wo die wirkliche mittlere Querfläche zu liegen scheint.

Mittelst der aus den gemessenen mittleren Durchmessern abgeleiteten Querflächen und den Längen der einzelnen Stücke werden sodann die Inhalte berechnet oder aus Kubiktafeln entnommen. In der Summe der Inhalte der einzelnen Stücke erhält man schließlich den Kubikinhalt der Gipfel und des stärkeren Astholzes.

Sehr unförmig gestaltete, knorrige, wulstige oder gabelförmige Stücke werden, wie alle Sortimente unter 7 cm Durchmesser, bequemer und richtiger wie das Reis-, Wurzel- und Stockholz nach § 17 berechnet, oft auch nur in die ortsüblichen Maße eingesetzt oder eingebunden und schließlich mit Hilfe gegebener Reduktionsfaktoren (siehe § 20—23) in Festmeter verwandelt.

Von der Bestimmung der Sortimentsverhältnisse eines Baumes werden wir in § 19 handeln.

5. Kubierung des Reis-, Stock- und Wurzelholzes.

§ 17.

Bei der Kubierung dieser unregelmäßigen Baumteile müssen an die Stelle mathematischer Formeln physikalische Methoden treten. Es können hiebei verschiedene Wege eingeschlagen werden. Hier betrachten wir jedoch nur die einfachsten und in der Praxis am leichtesten ausführbaren, nämlich:

A. Kubierung mittelst des Xylometers.

Dieses Verfahren gründet sich auf den Satz, daß ein Körper, wie z. B. das Holz, in eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, getaucht, gerade so viel von derselben verdrängt, als sein eigenes Volumen beträgt.

Will man daher den Kubikinhalt einer gewissen Quantität Reis-, Stock- oder Wurzelholz bestimmen, so nehme man einen der erwähnten und § 21 B. näher beschriebenen Xylometer, fülle denselben nach seiner Horizontalstellung je nach der Menge des zu untersuchenden Holzes bis zu $^1/_3$ oder $^1/_2$ mit Wasser und lese den Wasserstand an einer Skala, z. B. p = 152,7 Kubikdecimeter ab. Hierauf bringe man das Holz in den Apparat, drücke es mit den Fingerspitzen oder mit einem anderen Gegenstand ganz unter den Wasserspiegel hinab und lese den jetzt höheren Wasserstand w, z. B. 173,8 Kubikdecimeter, abermals ab, so muß offenbar der Kubikinhalt des eingetauchten Holzes k = w — p = 173,8 — — 152,7 = 21,1 Kubikdecimeter sein.

Hat man eine größere Menge solchen Holzes zu untersuchen, so muß das Verfahren natürlich so lange wiederholt werden, bis alles Holz untergetaucht ist. Regel ist hierbei, immer so viel Holz als möglich auf einmal in den Xylometer zu bringen, denn je weniger Füllungen des Apparats bei einem gewissen Holzquantum notwendig sind, um so genauer wird natürlich das Resultat werden. Reisholz bindet man hiebei am besten in Normalwellen und erhält auf diese Art zugleich den durchschnittlichen Kubikinhalt einer Welle. Der Apparat hat solche Dimensionen, daß man eine Welle von 1 m Länge und Umfang bequem in denselben stecken kann.

Stock- und Wurzelholz muß natürlich erst in so kleine Stücke zerlegt werden, daß jedes einzelne Stück in den Apparat gesteckt werden kann. Wollte man z. B. den Inhalt eines Raummeters Stockholz ermitteln, so müßte ein solcher erst vorschriftsmäßig aufgesetzt, dann wieder auseinander geworfen, von noch etwa anhängender Erde befreit, in hinreichend kleine Stücke gespalten, nach und nach unter Wasser getaucht und in angegebener Weise weiter behandelt werden.

Auf einige ältere xylometrische Kubierungsmethoden werden wir bei den Festgehaltuntersuchungen der Schichtmaße (§ 21) zurückkommen. Handelt es sich um Kubierung für gewöhnliche wirtschaftliche Zwecke, bei denen es auf eine mathematische Genauigkeit nicht ankommt, so kann man den Inhalt des Reis- und Stockholzes auch nach den Ergebnissen der Festgehaltsuntersuchungen dieser Sortimente bestimmen. Man braucht

dann z. B. das fragliche Reisholz nur in x Normalwellen zu binden und erhält dann aus den bekanntem Volumen einer Welle v den Inhalt sämtlicher Wellen in dem Produkt v . x.

B. Kubierung durch Gewichts-Bestimmung des Holzes.

Ist der Inhalt unregelmäßiger Holzstücke schon an größeren Quantitäten zu bestimmen, so erfordert das Aichen doch verhältnismäßig viel Zeit, abgesehen davon, daß man nicht überall im Walde Wasser in genügender Menge vorfindet. In einem solchen Falle schlägt man nun folgenden Weg ein:

Man bestimmt das Gewicht Q des sämtlichen zu untersuchenden Holzes gleichen Sortiments und gleicher Holzart; ebenso das Gewicht q einiger charakteristischen Probestücke und ermittelt etwa zu Hause mittelst Aichung deren Volum v. Da sich nun für einen und denselben Körper die Volumina v und V, wie die zugehörigen Gewichte q und Q verhalten, so muß sich das Volumen V des zu untersuchenden Holzes nach folgender Proportion ergeben:

$$q : Q = v : V \text{ oder } V = \frac{Q}{q} \times v.$$

Beispiel: 100 Stück Buchenreisholzwellen von 1 m Länge und 1 m Umfang wogen Q = 2728 Kilogramm, eine Welle zeigte ein Gewicht von q = 26,7 Kilogramm und ergab durch Aichung einen Inhalt v = 25,5 Liter, so ist der Inhalt V der 100 Wellen:

$$V = \frac{Q}{q} \times v = \frac{2728}{26,7} \times 25,5 = 102,17 \times 25,5 = 2605 \text{ Liter} = 2,605$$

Kubikmeter.

Lassen sich aus dem zu untersuchenden Reisholz einige charakteristische Probestücke mit stereometrischer Form auffinden, so kann man dieselbe auch nach Formel $k = \gamma . h$ kubieren und die Aichung erscheint dann überflüssig. Daß bei der stereometrischen Kubierung so schwacher Reisholzstücke aber mit aller Vorsicht verfahren werden muß, bedarf keines näheren Beweises. Ein Messen der Durchmesser oder Umfänge bis auf Millimeter ist dabei unerläßlich. Im übrigen erleidet das Verfahren keine Änderung.

Wäre das spezifische Gewicht des zu untersuchenden Holzes bekannt, so erhält man natürlich auch den Inhalt desselben durch Division des absoluten Gewichtes durch das spezifische Gewicht; denn bekanntlich ist das spezifische Gewicht $s = \frac{Q}{V}$, daher $V = \frac{Q}{s}$. Wäre nun das spezifische Gewicht von grünen Buchenreisholz 1,047 gefunden worden, dann haben

obige 100 Buchenwellen ein Volum $V = \frac{Q}{s} = \frac{2728}{1,047} = 2605$ Liter $=$ $= 2,605$ fm.

Das Gewicht des Holzes ist je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft, dem Standorte, dem Alter, Gesundheitszustande, den verschiedenen Sortimenten (Scheit-, Prügel-, Reis- und Stockholz), den verschiedenen Fällungszeiten mehr oder weniger beträchtlichen Schwankungen unterworfen, so daß es unmöglich ist, nach der Gewichtsmethode genaue Resultate zu erhalten, wenn man, wie von manchen Seiten vorgeschlagen wurde, für jede Holzart nur ein Durchschnittsgewicht zu Grunde legt. Es ist vielmehr nötig, daß in verschiedenartigen Beständen, namentlich wenn die Inhaltsbestimmungen in verschiedene Jahreszeiten fallen, die Gewichtsbestimmungen für jedes Sortiment immer von neuem wiederholt werden. Nur wer sich mit einem beiläufig richtigen Resultate zufriedenstellt, kann von solchen Durchschnittsgewichten Gebrauch machen.

Indem wir bezüglich der Gewichtsverhältnisse der Hölzer auf unsere Schrift: „Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde" verweisen*), geben wir nachstehend für die wichtigsten Holzarten, getrennt nach Sortimenten, die durchschnittlichen spezifischen und absoluten Grüngewichte.

a) Spezifische Grüngewichte der Laubhölzer

	Ahorn	Aspe	Birke	Buche	Eiche	Erle	Hainbuche	Linde	Maßholder
Starkes Scheitholz .	0,969	0,772	0,976	1,026	0,909	0,920	—	—	—
Schwaches Scheitholz	0,992	0,826	0,993	1,062	0,976	0,900	1,049	0,995	0,935
Knüppelholz . . .	—	0,901	1,030	1,088	0,996	0,860	1,088	0,904	—
Reisknüppel . . .	—	—	0,993	1,065	0,964	--	—	—	—
Langreisig	1,060	0,932	1,036	1,040	0,966	0,961	1,058	1,034	1,054
Abfallreisig . . .	—	0,965	1,023	1,023	0,924	0,957	--	—	—

b) Spezifische Grüngewichte der Nadelhölzer

	Fichte	Kiefer	Lärche	Weißtanne	Weymouthskiefer
Starkes Scheitholz . .	0,709	0,772	—	0,799	0,735
Schwaches Scheitholz .	0,780	0,879	0,852	0,865	0,779
Knüppelholz	0,860	0,905	0,944	0,921	0,963
Reisknüppel	0,795	0,927	—	0,890	—
Langreisig	0,858	0,925	--	0,942	—
Abfallreisig	0,793	0,960	0,914	0,941	—

Anmerkung: Läßt man die linker Hand stehende Null und die sämtlichen Komma weg, so bezeichnen obige Zahlen zugleich die absoluten Gewichte pro Festmeter, ausgedrückt in Kilogramm.

*) Augsburg, Verlagsbuchhandlung von A. Manz, 1879.

C. Kubierung nach Prozenten des Derbholzes.

Für gewöhnliche Taxationsarbeiten, namentlich für die Holzmassen-Aufnahme großer Waldkomplexe, sind die unter A und B beschriebenen Verfahren zu umständlich und zeitraubend. Man wird daher für diese Zwecke die Stock- und Reisholzmassen schon hinreichend genau finden, wenn man sich Zahlen ermittelt, welche die Verhältnisse dieser Sortimente zur Derbholzmasse*) angeben. Zur Sammlung derartiger Verhältniszahlen geben die jährlichen Fällungsergebnisse in den Holzschlägen genugsame Gelegenheit; nur muß man bei dem Gebrauch derartiger Zahlen die Einflüsse gebührend in Rechnung ziehen, welche Standort, Schluß, Alter u. s. w. äußern. Liefert z. B. ein haubarer Fichtenbestand 1200 fm Derbholz und man weiß aus Erfahrung, daß das Reisholz 15 Prozent des Derbholzes beträgt, so wäre die unbekannte Reisholzmasse $1200 \times 0{,}15 = 126$ fm.

6. Ermittlung der Rindenmasse.

§ 18.

Die Rinde verschiedener Holzarten wird zum Gerben, Färben, aber auch zu Deckmaterial, zum Brennen u. s. w. verwendet und bildet einen gesuchten Handelsartikel. Untersuchungen über den Rindengehalt dienen zur Veranschlagung der z. B. in Eichenschälwaldungen zu erwartenden Rindenquantitäten, aber auch zur Bemessung der Volumsverminderung, welche infolge der Entrindung des Holzes überhaupt entsteht.

Versuche der Art nimmt man am besten in der Saftzeit vor, in welcher sich die Rinde leicht von dem Holze ablösen läßt. Da die Rinde des Stock-, Wurzel- und Reisholzes verhältnismäßig gering, überdies auch nur schwierig und mit zu großem Kostenaufwande zu gewinnen ist, so beschränkt man sich meist nur auf die Berechnung der Schaft- und stärkeren Astrinde. Das hierbei einzuhaltende Verfahren kann ein verschiedenes sein:

A. Stereometrische Methode.

Man zerlegt den Schaft und die Äste, welche geschält werden sollen, in eine Anzahl wo möglich gleich lange Sektionen, mißt deren Längen und mittlere Durchmesser übers Kreuz und berechnet aus diesen Faktoren auf bekannte Weise den Kubikinhalt der fraglichen Stammteile.

*) Derbholz ist die oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser einschließlich der Rinde gemessen, mit Ausschluß des bei der Fällung am Stocke verbleibenden Schaftholzes. (Vergleiche auch § 19.)

Hierauf werden die Sektionen des Baumes entrindet, alle mittleren Durchmesser derselben genau an der nämlichen Stelle von neuem gemessen, und der Kubikinhalt der nun entrindeten Sektionen mit den früheren Längen, aber den kleineren Durchmessern, nochmals berechnet. Zieht man nun den Inhalt der entrindeten Baumteile von dem der nicht entrindeten ab, so erhält man die fragliche Rindenmasse. Betrug z. B. der Kubikinhalt des Holzes mit Rinde 20 fm, derjenige des geschälten Holzes aber nur 18 fm, so ist der Rindenbetrag 20—18 = 2 fm.

Eine Zerlegung des Schaftes und der Äste in kürzere Sektionen ist nötig, weil die Rindenschale keineswegs an allen Stellen des Baumes eine gleiche Breite besitzt. Überhaupt kann hier nicht genug hervorgehoben werden, daß wegen der geringen Rindendicke die Messung der mittleren Durchmesser auf das sorgfältigste und mindestens bis auf Millimeter genau geschehen muß, wenn man sich vor größeren Fehlern sicher stellen will.

B. Xylometrische Methode.

Hat man Zeit und Gelegenheit, das Holz vor und nach der Entrindung unter Wasser zu tauchen, d. h. das im § 17, A beschriebene Verfahren anzuwenden, so erhält man noch zuverlässigere Resultate. Auch das Gewichtsverfahren, § 17, B, kann auf die Kubierung der Rinde analoge Anwendung finden.

Im großen läßt sich der durch das Entrinden des Holzes erfolgende Volumenabgang auch dadurch feststellen, daß man eine größere Anzahl Verkaufsmaße (Raummeter) in der Rinde aufsetzen, hierauf die Entrindung sämtlichen Holzes vornehmen und wieder von neuem aufschichten läßt. In der Differenz zwischen der früheren und jetzigen Raummeterzahl erhält man den Rindenbetrag, mithin auch den Abgang an Holz, welcher sich in Prozenten der Gesamtmasse ausdrücken läßt.

Häufig wird auch, wie bei Eichenglanzrinde, statt der Kubikmasse der Rinde, nur das Gewicht derselben und zwar in frischem oder waldtrockenem Zustande verlangt. Das Verfahren besteht dann in einer einfachen Wägung der vorhandenen Rinde. Die verschiedenen hierbei einzuschlagenden Methoden werden in der Forstbenutzungslehre abgehandelt. Immerhin muß aber auch dann noch durch Versuche festgestellt werden, welchen Inhalt ein Centner frische und waldtrockene Rinde besitzt, um das Ergebnis an Rinden-Kilogrammen auf Festmeter reduzieren zu können.

Indem ich bezüglich der Gewichts- und Volumenverhältnisse auf das reiche Material in meiner Schrift: „Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde“ (Augsburg

1879) verweise, lasse ich Seite 94 nur eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse folgen.

7. Kubierung der Bäume nach Sortimenten.

§ 19.

Seither wurde nur davon gehandelt, wie man den Kubikinhalt eines liegenden Baumes überhaupt bestimmen kann. Die Frage, welcher Teil dieser Masse auf die einzelnen Sortimente, z. B. Bau-, Werk- und Nutzholz, welcher auf Scheit-, Prügel-, Reis und Stockholz kommt, ist noch nicht beantwortet, und doch hat dieselbe doppeltes Interesse.

Einmal haben diese Sortimente sehr verschiedene Werte und Verwendungsarten, sodann ist aber auch der Kubikinhalt der Schichtmaße, z. B. eines Raummeters, wie wir § 22 zeigen werden, sehr verschieden, so daß eine Trennung des Holzes nach Sortimenten dringend notwendig ist.

Eine genaue Vorausbestimmung der Nutzholzmenge eines Baumes oder Bestandes ist wegen den sich ändernden Absatzverhältnissen und sonstigen lokalen Umständen meist unmöglich. Der Bau einer neuen Straße oder Eisenbahn, die Errichtung eines holzverzehrenden Gewerbes, die Eröffnung einer neuen Wasserstraße u. s. w. bewirkt oft einen vollständigen Umschwung der Absatzverhältnisse nach Masse und Sortiment. Man muß sich daher häufig damit begnügen, die Bau-, Werk- und Nutzhölzer denjenigen Brennholz-Sortimenten zuzurechnen, welchen sie ihrer Stärke nach angehörten, wenn sie als Brennholz abgesetzt werden müßten.

Um nun die Brennholz-Sortimente eines Baumes zu bestimmen, muß man zunächst deren Sortimentsgrenzen kennen. Früher hatte fast jede Staats-, größere Gemeinde- und Privat-Forstverwaltung bestimmte bindende Vorschriften. Seit 1875 haben sich die meisten deutschen Staaten bezüglich der Einführung gleicher Holzsortimente und einer gemeinschaftlichen Rechnungseinheit geeinigt; wir lassen die bezüglichen wichtigen Bestimmungen am Schlusse dieses Paragraphen folgen.

Je nach den festgesetzten Sortimentsgrenzen fallen natürlich auch die Sortimentsprozente sehr verschieden aus. Ein Staat, welcher z. B. alles Holz über 18 cm Durchmesser zum Scheitholz sortiert, erhält natürlich weniger Prozente Scheitholz, als ein Staat, welcher auch noch Rundholzstücke von 14—18 cm Durchmesser hierher rechnet u. s. w.

Da nach den nachstehenden Bestimmungen Scheite aus Rundholzstücken von über 14 cm Durchmesser am oberen Ende ausgespalten werden, Prügel (Knüppel) aber über 7 bis mit 14 cm Durchmesser am oberen Ende stark sein müssen und zum Reisig das Holz von 7 cm und weniger

Rinden-Gewichte.

(Nach den Untersuchungen der deutschen Versuchsanstalten, bearbeitet von Baur.)

Sortimente	1 fm wiegt durchschnittlich kg	100 kg haben durchschnittlich fm	1 Raummeter beziehungsweise 100 Wellen haben durchschnittlich: Gewicht kg	Inhalt fm
A. Altrinde.				
a) In Raummetern:				
Eichen geputzt, waldtrocken, in Platten . . .	768	0,130	289	0,376
„ ungeputzt „ „ „ . . .	691	0,145	290	0,419
Fichten, „ grün, in Rollen	837	0,120	227	0,272
„ „ waldtrocken, in Rollen . . .	752	0,130	111	0,147
Weißtannen, ungeputzt, grün in Platten . . .	864	0,116	440	0,509
„ „ waldtrocken in Platten .	733	0,136	312	0,425
b) In Wellen:				
Eichen, ungeputzt, grün	887	0,113	1898	2,070
„ „ waldtrocken	779	0,128	1250	1,604
Fichten, „ grün	784	0,127	2989	3,805
„ „ waldtrocken	757	0,132	1150	1,517
B. Eichen-Jungrinde.				
a) In Raummetern:				
Spiegelrinde, grün	881	0,113	—	—
Raitelrinde, „	840	0,119	—	—
Grobrinde, „	804	0,124	—	—
b) In Wellen:				
Grün in Normalwellen (1 m lang, 1 m Umfang)	874	0,114	1911	2,185
„ unaufgebunden kubiert	865	0,116	—	—
„ in Langgebunden (2,5—3 m lang) . . .	916	0,109	4370	4,775
Waldtrocken in Normalwellen (1 m lang, 1 m Umfang)	764	0,130	1131	1,480
Waldtrocken, unaufgebunden kubiert	752	0,133	—	—
„ in Langgebunden (2,5—3 m lang)	851	0,117	2850	3,354

Durchmesser am unteren Ende gehört, so hat man einen Baum, dessen Sortimente bestimmt werden sollen, nach diesen Angaben zu zergliedern, jedes Sortiment für sich zu berechnen und schließlich das Ergebnis in Prozenten festzustellen.

Beispiel: Eine Buche lieferte aus den Sortimenten von 14 cm oberem Durchmesser und darüber (Scheitholz) 1,2 Kubikmeter, von über 7 bis mit 14 cm Durchmesser (Prügelholz) 0,21 Kubikmeter und von den Sortimenten von 7 cm unterem Durchmesser und weniger (Reisholz) 0,09 Kubikmeter, im ganzen daher 1,2 + 0,21 + 0,09 = 1,5 Kubikmeter, so sind ihre Sortimentsverhältnisse durch folgende Prozentzahlen ausgedrückt:

1,5 : 100 = 1,2 : (x = 80 Prozent Scheitholz,
1,5 : 100 = 0,21 : (x = 14 „ Prügelholz und
1,5 : 100 = 0,09 : (x = 6 „ Reisholz.

Die Stockholzmenge hängt davon ab, in welcher Höhe über dem Boden der Schaft abgenommen wird, und bis zu welcher Stärke und in welchem Umfange die Wurzeln gewonnen werden. Der Ausnutzungsgrad des Wurzelholzes ist wieder von örtlichen Verhältnissen abhängig, wird daher in der Regel durch die Zusammenwirkung von Holzpreis und Arbeitslohn bestimmt. Dies auch der Grund, warum die an einem gewissen Orte gewonnenen Stockholzprozente selten sichere Anhaltspunkte zur Beurteilung der Stockholzausbeute anderer Waldungen liefern.

Die Sortimentsverhältnisse eines Baumes werden jedoch nicht allein durch die Regeln bestimmt, nach welchen man die Baumteile sortiert, sie hängen vielmehr noch wesentlich von der Stärke des Baumes und dem Umstande ab, ob der Baum im freien, geschlossenen oder gedrängten Stande erwachsen ist. So hat z. B. ein nur 10—20 cm starker Baum verhältnismäßig weit weniger Scheitholz, aber mehr Prügelholz, als ein Baum von 20—30 cm Stockdurchmesser; dagegen hat unter sonst gleichen Verhältnissen der im Schlusse erwachsene Baum wieder mehr Scheitholz der im Freien erzogene mehr Prügel- und Reisholz u. s. w.

Ausführliche Angaben über die Sortimentsverhältnisse der wichtigsten Holzarten teilt Burckhardt in seinen „Hilfstafeln für Forsttaxatoren", Hannover 1872, S. 108—117 mit.

Zur weiteren Aufklärung der Sortimentsverhältnisse mögen hier noch folgen die

Bestimmungen über die Einführung gleicher Holzsortimente und einer gemeinschaftlichen Rechnungs-Einheit für Holz im deutschen Reiche

nach den am 23. August 1875 von den Bevollmächtigten der Regierungen von Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden und Sachsen-Gotha gefaßten Beschlüssen.

(Für die preußische Forstverwaltung geltend laut Verfügung vom 1. Oktober 1875)*).

*) Die wichtigsten Abweichungen von den preußischen Bestimmungen in

I. Sortimentsbildung.

a) In Bezug auf die Baumteile.

§ 1.

1. Derbholz ist die oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser einschließlich der Rinde gemessen, mit Ausschluß des bei der Fällung am Stocke bleibenden Schaftholzes.

2. Nicht-Derbholz ist die übrige Holzmasse, welche zerfällt in:

α) Reisig: die oberirdische Holzmasse bis einschließlich 7 cm Durchmesser aufwärts.[1])

β) Stockholz: die unterirdische Holzmasse und der bei der Fällung daran bleibende Teil des Schaftes.

b) In Bezug auf die Gebrauchsart.

1. Bau- und Nutzholz.

A. Langnutzholz. Das sind Nutzholzabschnitte, welche nicht in Schichtmaßen aufgearbeitet, sondern kubisch vermessen und berechnet werden.

§ 2.

Stämme[2]) sind diejenigen Langnutzhölzer, welche über 14 cm Durchmesser haben, bei 1 m oberhalb des unteren Endes gemessen.

§ 3.

Stangen sind solche entgipfelte oder unentgipfelte Langnutzhölzer, welche bis mit 14 cm Durchmesser haben, bei 1 m oberhalb des unteren Endes gemessen. Sie werden unterschieden als

a) Derbstangen: über 7 bis mit 14 cm } bei 1 m oberhalb des unteren
b) Reisstangen (Gerten): bis mit 7 cm } Endes gemessen.[3])

B. Schichtnutzholz. Das ist in Schichtmaßen eingelegtes oder eingebundenes Nutzholz.

§ 4.

Nutz-Scheitholz: in Schichtmaßen eingelegtes Nutzholz von über 14 cm Durchmesser am oberen Ende der Rundstücke.

§ 5.

Nutz-Knüppelholz (Prügelholz): in Schichtmaßen eingelegtes Nutzholz von über 7 bis mit 14 cm Durchmesser am oberen Ende der Rundstücke.

§ 6.

Nutz-Reisig: in Schichtmaßen eingelegtes (Raummeter) oder eingebundenes (Wellen ꝛc.) Nutzholz bis mit 7 cm Durchmesser am stärkeren unteren Ende der Stücke.

einigen anderen Forsthaushalten, jedoch nicht weitergehende lokale Erläuterungen, geben wir anmerkungsweise. In Bayern ist der Erlaß einer betreffenden Verordnung bis zur erfolgten Feststellung der Reduktionsfaktoren für die Schichtmaße vertagt.

[1]) Gotha hat die im § 1 bestimmte Trennung zwischen Derbholz und Reisig der schwachen Stangen ꝛc. wegen nicht eingeführt. Hieraus ergeben sich vielfache Abänderungen für die folgenden Paragraphe.

[2]) Sachsen. Stämme (Stämme und Klötze) sind ....

[3]) Zu §§ 2 und 3. Für Württemberg bestimmt die Verordnung vom 8. Oktober 1875, für Baden die vom 14. April 1877, innerhalb des gegebenen Rahmens weitergehende Sortierung nach Klassen ꝛc.

C. Nutzrinde. § 7.

Nutzrinden sind die vom Stamme getrennten Rinden, soweit sie zur Gerberei oder zu sonstigen technischen Zwecken benutzt werden. — Die Eichenrinde ist in Alt- und Jungrinde zu trennen. Für die übrigen Holzarten findet diese Trennung nicht statt. [4])

2. Brennholz.

§ 8.

Folgende Brennholzsortimente sind zu unterscheiden:

1. Scheite, ausgespalten aus Rundstücken von über 14 cm Durchmesser am oberen Ende. [5])
2. Knüppel (Prügel) über 7 bis mit 14 cm Durchmesser am oberen Ende.
3. Reisig, bis mit 7 cm Durchmesser am unteren Ende. [6])
4. Brennrinde.
5. Stöcke.

II. Messungsverfahren und kubische Berechnung beim Bau- und Nutzholze.

A. Langnutzholz.

§ 9.

Die kubische Berechnung der Stämme erfolgt für jeden Stamm auf Grund

a) der Mittenmessung in ganzen Centimetern, wobei Bruchteile von Centimetern unberücksichtigt bleiben,

b) der Längenmessung nach Metern und geraden Decimetern.

Es bleibt jedoch nachgelassen, bei kürzeren Stücken bis mit 5 m Länge (Blöcke, Klötze) den oberen Durchmesser messen und die Kubierung nach lokalen Erfahrungssätzen ausführen zu dürfen. Die Längen dieses Sortiments können nach einzelnen Decimetern abgestuft werden. [7]) [8])

§ 10.

Die kubische Berechnung der Stangen ist nach den Bestimmungen des § 9 zu bewirken. Es genügt aber auch die Inhaltsberechnung nach Probestangen,

---

[4]) Württemberg. Bei der Eichenrinde ist zur Altrinde die Gerbrinde nach bisherigem Sprachgebrauch zu rechnen. Die Jungrinde ist, wie seither, in Glanz- und Raitelrinde zu trennen. Hinsichtlich der Dimensionen des Holzes, die für die Sortierung der Rinde maßgebend sind, verbleibt es bei den Bestimmungen der Verfügung vom 18. August 1871, Punkt 1 a, b und c.

[5]) Baden. Zu § 8 Ziffer 1. Zu dem Scheitholz ist alles Brennholz von obiger Stärke zu rechnen, gleichviel ob es gespalten ist oder nicht.

[6]) Baden. Zu § 8 Ziffer 3. Wo die örtlichen Verhältnisse die Verwertung des geringeren Reisigs nicht möglich machen und dieses unaufbereitet liegen bleibt, ist es ausnahmsweise gestattet, das gröbere Reisig mit dem Prügelholz aufzubereiten.

[7]) Württemberg. Zu § 9. Der letzte Absatz findet bei der diesseitigen Forstverwaltung keine Anwendung. In Absicht auf das schwächete Stammholz (Nadelholzstammholz 5. Klasse und Laubholzschwachholz) ist es gestattet, mehrere Stücke unter einer Nummer aufzunehmen und die Inhaltsberechnung nach Probestämmen zu machen.

[8]) Baden. Zu § 9. Der Schlußsatz dieses Paragraphen ist auf unsere Verhältnisse nicht anwendbar.

die nach Vorschrift des § 9 gemessen und kubiert werden, und nach Durchschnittssätzen oder Erfahrungssätzen für die üblichen einzelnen Stangen- oder Gerten-Klassen.

§ 11.

Die Messung hat mit der Rinde zu erfolgen. Ist aber das Holz vor der Messung entrindet, so erfolgt die Messung am entrindeten Holze, und zwar in der Regel, ohne daß ein Zuschlag für die unbenutzt bleibende Rindenmasse gemacht zu werden braucht. Ein solcher Zuschlag kann nach lokalen Erfahrungssätzen gemacht werden, wo in Nadelholzbeständen die Entrindung ohne Verwertung der Rinde notwendig wird. [9] [10] [11]

§ 12.

Der Kubikinhalt ist stets in Festmetern und Hundertteilen derselben anzugeben. [12]

B. Schichtnutzholz.

§ 13.

Nutzscheite und Nutzknüppel sind in Raummetern zu schichten.

Nutzreisig ist in Raummetern einzulegen [13] oder in Wellen zu binden und im letzteren Falle nach Wellenhunderten zu berechnen. [14] [15]

Die kubische Berechnung erfolgt wie beim Brennholze. (§ 17.)

---

[9] Sachsen. § 11 lautet: Die Messung hat ohne Rinde zu erfolgen.

[10] Württemberg. Zu § 11. Die Laubholzstämme und Stangen sind, wie bisher, mit der Rinde, die Nadelholzstämme dagegen, welche in der Regel vor der Messung entrindet werden, ohne Rinde zu messen.

Insoweit bei dem Nadelholze eine Aufbereitung der Rinde als Nutz- oder Brennrinde nicht stattfindet, ist für die ausgefallene Rindenmasse nach Erfahrungssätzen ein angemessener Zuschlag zu machen.

[11] Baden. Zu § 11. Wurde das Holz vor der Aufnahme entrindet, so muß dies auf der Aufnahmsliste bemerkt und in diesem Falle ein Rindenzuschlag nach örtlichen Erfahrungssätzen in bisheriger Weise gemacht werden.

[12] Baden. Zu § 12. Die Abrundung auf 2 Decimalstellen hat in der Weise zu geschehen, daß kleinere Teile als 0,01 Festmeter, wenn sie 0,005 oder weniger betragen, nicht berücksichtigt, dagegen wenn sie größer als 0,005 sind, für 0,01 genommen werden.

[13] Sachsen. Nutzreisig ist in Raummeter oder in Langhaufen einzulegen oder in . . . . u. s. w.

[14] Baden. Zu § 13 Absatz 1. Die Scheitlänge richtet sich nach dem Gebrauchszweck, Höhe und Breite der Beugen sind aber so zu wählen, daß der Raum, welchen das Nutzscheitholz einnimmt, nach ganzen Kubikmetern sich berechnet. Die normalen oder Ordonnanzfaschinen erhalten eine Länge von 5 m und einen mittleren Umfang von 1 m, die Halbfaschinen eine Länge von 3 m bei demselben Umfang.

[15] Baden. Zu § 13 Absatz 2. Wo es bisher üblich war, die Faschinen in anderen Dimensionen, als die vorgeschriebenen, anzufertigen, ist das auch künftig zulässig, es muß aber auf Grund eines probeweisen Umbindens das Verhältnis zu dem Normalmaße festgestellt und hiernach die Holzmasse in das vorgeschriebene Ordonnanzmaß umgerechnet werden.

§ 14.

Nutzrinde. Die Aufarbeitung erfolgt nach Gewicht oder nach Raummaß. In beiden Fällen findet eine Reduktion auf Festmeter wie beim Brennholze (§ 17) statt. [16])

III. Schichtung und kubische Berechnung beim Brennholze.

a) Schichtung.

§ 15.

Brennscheite, Brennknüppel, Brennrinde und Stöcke werden in Raummetern geschichtet. [17])

Brennreisig wird in Raummetern eingelegt [18]) [19]) oder in Wellen gebunden, im letzteren Falle nach Wellenhunderten berechnet. [20])

Wo nach örtlicher Übung oder wegen zeitlichen Arbeitermangels das Reisig zerstreut auf dem Platze umherliegend oder auf unregelmäßige Haufen zusammengeschafft zur Abgabe kommt, ist dasselbe auf Grund lokaler Erfahrungssätze nach Raummetern oder Wellenhunderten abzuschätzen.

§ 16.

Bei der Schichtung in Raummetern ist vor allem die Gewährung eines richtigen Maßes — wenn möglich ohne Übermaß — festzuhalten. Wo aber längeres Belassen des Holzes im Walde es erforderlich macht, und insbesondere an Orten, wo Herkommen oder Rechtsverhältnisse die Beibehaltung eines bestimmten Übermaßes bedingen, kann dieses Übermaß gewährt werden und ist dann auch bei Feststellung der Reduktionsziffern zu beachten. [21]) [22]) [23])

---

[16]) Württemberg. Zu § 14. Die Nutzrinde ist, wie bisher, durchweg nach dem Gewichte aufzunehmen.

[17]) Baden. Zu § 15, Absatz 1. Die Länge der Scheite und Prügel (Knüppel) soll 1 m betragen. Der Inhalt einer Beuge, welche den Raum eines Kubikmeters einnimmt, heißt Raummeter oder Ster, zur Unterscheidung von einem Kubikmeter fester Holzmasse, abgekürzt „Festmeter".

Die genannte Verordnung enthält ferner spezielle Vorschriften über Schichtung.

[18]) Sachsen. ... in Raummeter oder Langhaufen eingelegt oder ... u. s. w.

[19]) Württemberg. ..... in Raummeter eingelegt, („sogenannte Reisprügel") oder in .... u. s. w.

[20]) Baden. Zu § 15, Absatz 2. Das Binden in Wellen und die Berechnung nach Wellenhunderten ist Regel. Die Wellen sollen 1 m in der Länge und 1 m im Umfange haben.

[21]) Sachsen. § 16. Bei der Schichtung in Raummetern ist vor allem die Gewährung eines richtigen Maßes — wenn möglich ohne Übermaß — festzuhalten. (Vgl. § 40 der Revierverwalter-Instruktion.)

[22]) Württemberg. Zu § 16. Da bei der bisherigen Forstverwaltung durch Herkommen oder Rechtsverhältnisse die Bewilligung eines Übermaßes nicht bedingt ist, sondern die früher etwa noch übliche Überlage bei der Einführung des Metermaßes und Umrechnung der früheren Holzabgaben in das neue Maß schon berücksichtigt worden ist, so verbleibt es bei der seitherigen Bestimmung, wonach volles Maß, aber kein Übermaß gegeben werden soll.

b) Kubische Berechnung.

§ 17.

Neben dem Raumgehalte, welchen die Brennhölzer einnehmen, ist der Festgehalt der Schichtmaße oder Wellenhunderte in Festmetern zu bestimmen.

Die Ermittelung der Reduktionsfaktoren zur Verwandlung von Raummaß oder Gewicht in Festmaß bei Brennholz, sowie bei Nutzrinde und Schichtnutzholz (§§ 13 und 14) bleibt einem besonderen Verfahren vorbehalten. [24] [25] [26]

IV. Rechnungseinheit.

§ 18.

Die Rechnungseinheit für Holz bei Abschätzung und Abschätzungs-Kontrolle bildet der Kubikmeter fester Holzmasse (Festmeter).

IV. Bestimmung des Festgehaltes des Schichtholzes.

1. Zweck der Bestimmung des Festgehaltes des Schichtholzes.

§ 20.

In den verschiedenen Forsthaushalten Deutschlands*) erfolgte die Kubierung und Verwertung des Stamm- und Stangenholzes direkt in Festmetern, während alles Brennholz, sowie Nutzscheite, Nutzknüppel und Nutzreisig in Schichtmaßen, das Reisholz häufig auch in Gebunden (Wellen) aufbereitet und verwertet wird. Diese Schichtmaße, früher unter den Namen Klafter, Stecken, Malter u. s. w. bekannt, werden jetzt in Deutschland Raummeter (in Bayern Stere) genannt; sie füllen nie ihren

---

[23]) Baden. Zu § 16. Ein Übermaß ist nur als Schwindmaß, d. h. wo ein längeres Belassen des Holzes im Walde es erforderlich macht, zulässig, und darf in keinem Falle mehr als 4 Prozent der in Rechnung kommenden Höhe der Beugen, also bei 1 m Höhe nur bis zu 4 cm betragen.

[24]) Sachsen. ... vorbehalten, und gelten bis dahin die zeitherigen Bestimmungen und Sätze.

[25]) Württemberg. Zu § 17. Bis zu definitiver Feststellung der Reduktionszahlen ist gleichzusetzen:

1 Raummeter Scheit- und Prügelholz = 0,7 fm.
1 detto Stockholz, Weißtannenrinde oder Reisprügel = 0,5 fm.
100 Stück Wellen = 2,0 fm.
1 Centner Eichen-Glanz- und Raitelrinde, sowie Fichtenrinde = 0,06 fm.
1 detto Eichen-Grobrinde = 0,07 fm.

[26]) Baden. Zu § 17. Die in § 5 der Ministerialverordnung vom 23. Dezember 1871 verkündeten Umwandlungszahlen haben bis auf weiteres Geltung. (Abweichungen sind für bestimmte Ausnahmsfälle gestattet.)

*) Bayern macht immer noch eine Ausnahme, wird sich aber hoffentlich bald den übrigen deutschen Staaten anschließen.

Raum vollständig mit Holz aus, sondern schließen zwischen den einzelnen Holzstücken stets größere oder kleinere Lufträume ein. Man erhält daher auch nicht den wirklichen Kubik-, Fest- oder Derbgehalt des Schichtmaßes, wenn man die Dimensionen desselben (Höhe, Breite und Scheitlänge) mit einander multipliziert, sondern es muß an diesem Produkte stets ein den Lufträumen entsprechender Abzug gemacht werden. Um nun jede beliebige Zahl Schichtholz (Raummeter) oder Wellen (Gebunde) von gegebenen Dimensionen übereinstimmend mit dem Stammholze auch in Festmetern und umgekehrt letztere wieder in Schichtmaßen ausdrücken zu können, müssen die Reduktionsfaktoren der einzelnen Sortimente bekannt sein.

Die Untersuchungen über den Derb- oder Festgehalt der Raummaße des Holzes bezwecken daher die Ermittlung von Reduktionsfaktoren (Derbgehaltszahlen) zur Umwandlung von Raummaß (Raummeter, Wellenhunderte) in Festmaß (Festmeter).

Mit der Einführung des Metermaßes im deutschen Reiche, sowie der Vereinbarung gleicher Holzsortimente und einer gemeinschaftlichen Rechnungseinheit für Holz in demselben haben sich aber die meisten dieser Faktoren, welche schon früher zu dem gleichen Zweck in verschiedenen Staaten festgestellt wurden, mehr oder weniger geändert. Dieselben mußten daher aufgegeben und durch neue ersetzt werden. Zu diesem Behufe hat der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten in den 1870er Jahren neue Untersuchungen, welche sich auf alle im deutschen Reiche vereinbarten Sortimente ausdehnten, veranstaltet, deren Resultate in meiner mehrfach genannten Schrift verarbeitet und zusammengestellt wurden.

Um aber auch Anhalte über den Einfluß der Beschaffenheit der Holzstücke auf den Festgehalt des betreffenden Sortiments zu gewinnen, wurden innerhalb der einzelnen Sortimente noch Unterabteilungen gemacht. Trotz dieser weiteren Aussonderungen besitzen aber nicht alle Schichtmaße eines Sortiments gleiche Festgehalte, weil die Kunst der Aufbereitung und Schichtung auch eine Rolle spielt und in der forstlichen Praxis überhaupt zu feine Sortierungen nicht durchführbar sind. Die zu ermittelnden Festgehaltsfaktoren können daher auch nicht für jeden einzelnen Fall ganz richtig sein, sondern nur den durchschnittlichen Festgehalt des betreffenden Sortiments angeben.

Dies ist auch der Grund, weshalb für die einzelnen Sortimente massenhafte Untersuchungen in verschiedenen Gegenden angestellt werden mußten, um richtige Durchschnittswerte zu erhalten; denn der Grad der Genauig-

keit solcher Zahlen zur Umwandlung von Raummaß in Festmaß wächst natürlich mit der Zahl der Untersuchungen und Positionen, aus welchen sie abgeleitet wurden. Da die Derbgehaltsfaktoren Durchschnittswerte sind, so werden sie natürlich auch umgekehrt bei ihrer Anwendung um so befriedigendere Resultate liefern, je größer die Anzahl der umzuwandelnden Raummaße eines und desselben Sortiments ist.

Festgehaltsuntersuchungen des Holzes, welche, wenn auch mit mangelhaften Apparaten, schon im vorigen Jahrhundert ausgeführt wurden, können auf direktem und indirektem Wege vorgenommen werden. Direkt, indem man den Kubikinhalt der in ein Raummaß eingelegten Holzstücke ohne Umweg bestimmt. Es gehört hierher die stereometrische und physikalische Methode, sowie die Kubierung durch Gewichtsermittlung des Holzes. Indirekt, indem man das Volumen der in einem Behälter von gegebenem Inhalte, in welchen vorher Holz eingelegt wurde, vorhandenen Lufträume bestimmt und diese von dem Inhalte des Behälters abzieht. Dieses Verfahren kann wieder ein zweifaches sein, je nachdem man zur Kubierung der Zwischenräume Wasser oder feinen Sand benutzt.

Wir wollen nun die einzelnen Verfahren kurz beschreiben.

2. Methoden der Festgehaltsbestimmung.

§ 21.

A. Stereometrische Methode.

Nach diesem Verfahren kann nur der Festgehalt von Scheit- und Knüppelholz untersucht werden; Sortimente mit unregelmäßigen Holzstücken (Stock- und Reisholz) bleiben ausgeschlossen.

Will man zunächst den Derbgehalt eines Raummeters Scheitholz ermitteln, so bringt man eine entsprechend große Anzahl hierzu tauglicher Rundholzstücke zusammen, zerschneidet sie in lauter Sektionen von der ortsüblichen Scheitlänge (jetzt meist 1 Meter) und berechnet jede Sektion auf bekannte Weise nach der Formel $\gamma . h$; wobei γ die in der Sektionsmitte liegende Kreisfläche und h die Scheitlänge bedeutet. Die mittleren Durchmesser müssen mindestens bis auf Millimeter genau abgegriffen werden. Noch einfacher gestaltet sich die Rechnung, wenn man die mittleren Querflächen aller Rundholzstücke addiert und die Summe mit der gemeinschaftlichen Scheitlänge multipliziert. Selbstverständlich müssen alle Scheite genau die vorgeschriebene Länge haben.

Nachdem die Rundholzstücke mit aller Sorgfalt ausgemessen sind, spaltet man dieselben nach Vorschrift und setzt die so gewonnenen Scheite

zwischen die lotrecht eingeschlagenen Stützen bis zur gesetzlichen Höhe ein. Sollte die berechnete Anzahl in Scheite gespaltener Rundstücke nicht zur vollständigen Ausfüllung einer Anzahl Raummeter ausreichen, so müssen die fehlenden Scheite noch nachberechnet werden, oder man mißt die Höhe des letzten nur teilweise gefüllten Raummeters genau ab.

Beispiel: Angenommen, eine Anzahl dem Scheitholzsortiment angehörende Rundholzstücke habe bei der genauen stereometrischen Kubierung 3,78 fm und in das Raummaß aufgesetzt 5,4 Raummeter Scheitholz ergeben, so ist der Festgehaltsfaktor zur Umwandlung von Raummeter in Festmeter $= \frac{3{,}78}{5{,}4} = 0{,}70$.

Der Derbholzgehalt eines Raummeters Knüppelholz kann in gleicher Weise ermittelt werden, nur werden die Rundholzstücke nicht aufgespalten.

Schon Oettelt hat sich in seinem Werke „Praktischer Beweis, daß die Mathesis bei dem Forstwesen unentbehrliche Dienste thue, Eisenach 1765". Seite 95 u. f., bei Untersuchung der Frage „wie viel würklich cörperlicher Gehalt in einer Clafter stecke", der stereometrischen Methode bedient. Auch fand er schon, daß mit der wachsenden Scheitzahl die zum Aufsetzen eines bestimmten Raummaßes notwendig sind, die leeren Zwischenräume zunehmen. Man vergleiche auch Dr. v. Seckendorf: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs. I. Heft. Wien 1877. Seite 5—6.

Im Großherzogtum Hessen wurden schon 1820 und 1821 ausgedehnte Festgehaltsuntersuchungen mit verschiedenen Holzarten ausgeführt, welche sich auf die stereometrische, hydrostatische und Wägungsmethode gründen. Vergleiche von Wedekind „Neue Jahrbücher der Forstkunde", V. Heft, 1829. Seite 130 u. f.

Die 1838 in Baden amtlich herausgegebenen Erfahrungszahlen über die Derbräume der Holzmaße gründen sich auf die stereometrische Methode. Vergleiche: „Erfahrungen über die Holzhaltigkeit geschlossener Waldbestände und über die Derbräume der Holzmaße". 1. Heft. Karlsruhe, G. Braun'sche Hofbuchhandlung 1838.

Ebenso wurde bei den in den 1840er Jahren in Bayern vorgenommenen Festgehaltsuntersuchungen teils das stereometrische, teils das xylometrische Verfahren eingehalten. „Zum Zweck der stereometrischen Erhebung war das derselben zu unterziehende Holz auf größere Haufen zusammen zu schaffen und zwar getrennt nach Holzart und Sortiment. Vor der Spaltung und Aufbereitung in Klaftern waren mit gut eingeteilten und exakt gehenden Gabelmaßen nach Zehntelzollen die einzelnen Walzen zu messen, diese nach Kubikfußen mit 2 Decimalstellen zu berechnen, um so den Festgehalt der Holzstöße zu ermitteln". Als genau wurde das stereometrische Verfahren nur für Scheitholz erklärt. Für Prügelholz wurde das stereometrische Verfahren zwar noch gestattet, die Wasserkubierung aber für besser gehalten; letztere für Reis- und Stockholz als allein zulässig erklärt. — Vergleiche A. Ganghofer, „das forstliche Versuchswesen", 1877, S. 49 und 50.

B. Die physikalische Methode.

Sie gründet sich auf den Satz, daß ein Körper, z. B. Holz, in eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, getaucht, gerade so viel von derselben verdrängt, als sein eigenes Volumen beträgt; oder auch, daß ein unter Wasser getauchter Körper gerade so viel an seinem eigenen Gewicht verliert, als das Gewicht des durch ihn verdrängten Wassers ausmacht. Hiernach haben wir bei der physikalischen Methode wieder zwei Verfahren zu unterscheiden, nämlich die Festgehaltsbestimmung nach dem Volumen des verdrängten Wassers, d. h. die xylometrische Methode, und nach dem Gewicht des verdrängten Wassers, d. h. die hydrostatische Methode. Da beide Verfahren schon zu Festgehaltsuntersuchungen dienten, so sollen auch beide kurz betrachtet werden, obgleich sich die hydrostatische Methode zu Versuchen im großen weniger eignet.

a) Xylometrische Methode.

Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine genaue, womöglich einfache Vorrichtung zum sicheren und raschen Ablesen der infolge des eingetauchten Holzes verdrängten Wassermenge. Die Methode ist keineswegs neu. Schon Oberforstrat W. Hoßfeld, Forstmeister Egger, Oberforstsekretär Reißig, Dr. J. L. Klauprecht, Dr. K. Heyer, Dr. Th. Hartig und Andere bedienten sich derselben. Allerdings waren die früher in Anwendung gekommenen Apparate ziemlich primitiver Natur.

1. Wilhelm Hoßfeld'sche Methode.

W. Hoßfeld*) verwendete einen prismatischen, wohlverpichten Holzkasten, füllte denselben etwa zur Hälfte mit Wasser und bezeichnete den Wasserspiegel durch eine Marke. Hierauf tauchte er das zu untersuchende Holz unter das Wasser und merkte sich wieder den Wasserspiegel durch ein Zeichen. Durch Multiplikation der Fläche des Wasserspiegels mit dem vertikalen Abstand zwischen den gemachten Zeichen erhielt er den körperlichen Inhalt des untergetauchten Holzes.

2. Egger'sche Methode.

Der kgl. bayerische Forstmeister Egger**) in Dillingen brachte an der xylometrischen Kubierung schon einige Verbesserungen an. Er nahm einen viereckigen, prismatischen Holzkasten (sogenannten Wellenmesser) von

*) W. Hoßfeld, „niedere und höhere praktische Geometrie", Leipzig 1812.

**) „Allgemeine Jahrbücher der Forstkunde" von Wedekind und Behler, III. Band. 4. Heft von 1835.

quadratförmiger Grundfläche, 0,44 m Quadratseite und 1,46 m Höhe, oben offen und unten geschlossen. In demselben brachte er eine Skala an, welche ihren Nullpunkt etwa 1 m über dem Boden hatte, und an welcher man bis auf 0,25 Liter ablesen konnte. Durch den Nullpunkt und die anliegende Seitenwand wurde ein Loch gebohrt, in welches ein dicht schließendes Zäpfchen leicht ein- und ausgeschoben werden konnte. Nun füllte er den Kasten genau bis zum Nullpunkt mit Wasser, schloß die Ausflußöffnung, tauchte eine Welle in den Wellenmesser und konnte dann das Volumen des eingetauchten Holzes direkt an der Skala ablesen, wobei er noch eine Korrektion wegen des aufgesaugten Wassers anbrachte.

3. Reißig'sche Methode.

Der großh. hess. Oberforstsekretär Reißig in Darmstadt fertigte schon 1837 ein Aichgefäß zu Festgehaltsuntersuchungen an, mit welchem er, unseres Wissens zum ersten Male, eine kommunizierende Röhre, ähnlich unseren heutigen Apparaten, verband und welches er Xylometer nannte. Reißig dürfte hiernach das Wort Xylometer in die Forstlitteratur eingeführt haben, wie überhaupt alle späteren ähnlichen Apparate bis auf die Neuzeit als Nachbildungen oder Verbesserungen des Reißig'schen betrachtet werden können.

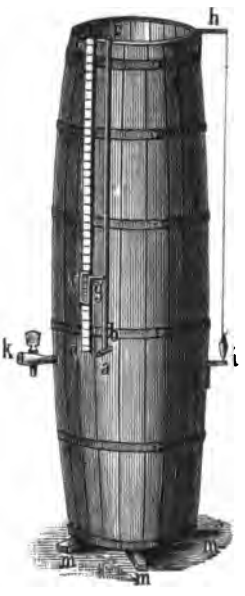


Fig. 40.

Der Xylometer von Reißig*) (Fig. 40) ist von Holz, hat die Form eines Fasses, welches unten geschlossen und oben offen ist, hier einen Durchmesser von 29 cm besitzt und eine Höhe von 1,4 m hat. Um dem Innern des Gefäßes eine mehr cylindrische Form zu geben, sind die Dauben nach der Mitte zu dicker. Außen ist eine 15 mm weite kommunizierende Glasröhre de mit Skala angebracht, welche ein bequemes Ablesen gestattet. Der Apparat kann durch Aufhängen eines angebrachten Lots hi leicht vertikal gestellt werden. Die Einteilung der Skala geschah in ähnlicher Weise, wie solches bei Beschreibung des württembergischen Xylometers näher auseinandergesetzt werden wird.

*) Näheres kann hierüber nachgelesen werden in: von Wedekind's „Neuen Jahrbüchern der Forstkunde", 32. Heft, Darmstadt 1846. Seite 9—22.

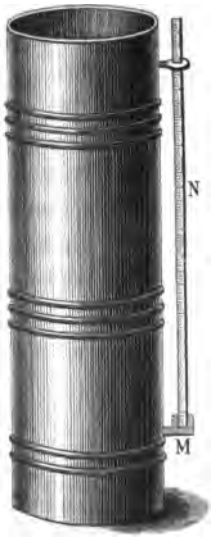


Fig. 41.

4. Klauprecht'sche Methode.

Klauprecht konstruierte 1846 ebenfalls einen Xylometer mit kommunizierender Röhre und verwendete hierzu Metall.*) Er sagt darüber Seite 12 seiner Holzmeßkunst folgendes: „Das etwa 5 Fuß hohe cylindrische Rohr (Gefäß) von Eisenblech, (Fig. 41) in Holz (oder auch ohne Blech) gut gebunden, hat bei M eine Öffnung und einen kurzen Krahnen, durch welchen die gut eingekittete Glasröhre N mit dem Cylinder in Verbindung steht. Das Gefäß wird mit Wasser gefüllt und die Wasserstände in Kubikfußen und Teilen derselben auf der Glasröhre bemerkt (geaicht). Ratsam bleibt es, dem Cylinder keine große Grundfläche, höchstens 1—1,3 Quadratfuß zu geben, da sonst an Bequemlichkeit und Schärfe verloren geht."

5. Theodor Hartig'sche Methode.

Der Xylometer von Dr. Th. Hartig**) unterscheidet sich von den bereits beschriebenen mit kommunizierenden Röhren nicht im Prinzipe, sondern nur in der Form. Er besteht aus einem von vier kurzen eisernen Füßen getragenen, zirka 0,60 m hohen, 0,3 m ins Gevierte messenden, daher zirka 60 Liter Raum enthaltenden Kasten von starkem verzinntem Eisenblech (Fig. 42), in welchem ebenfalls eine graduierte Glasröhre zum Ablesen des Wasserstandes angebracht ist.

6. Karl Heyer'sche Methode.

Ein etwas anderes Verfahren schlug Karl Heyer ein.***) Er nahm einen cylindrischen Ständer A, (Fig. 43) von leichtem, trockenem Holze, 1—1,2 m hoch und 0,37—0,50 m weit, mit eisernen Reifen umgeben, 0,15 m unterhalb der oberen Öffnung mit einem runden Loche versehen, in welchem eine Ausflußrinne angebracht war. Der Ständer wurde bis zur Ausflußöffnung s mit Wasser gefüllt, dann das zu unter-

*) Dr. J. L. Klauprecht, „Die Holzmeßkunst". Karlsruhe, II. Auflage, 1846.

**) Dr. Th. Hartig, „Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche ꝛc.", zweite Auflage. Berlin 1851. Seite 10—12.

***) Dr. K. Heyer, „Anleitung zu forststatistischen Untersuchungen". Gießen 1846. Seite 58.

suchende Holz o eingetaucht und das dem Volumen desselben entsprechend abfließende Wasser in unter die Ausflußöffnung gestellten Gefäßen a aufgefangen. Mit kleineren Gefäßen, deren Inhalt man genau kannte, sogenannten Meßcylindern, wurde schließlich das aufgefangene Wasser abgemessen.

Fig. 42.

Fig. 43.

7. Robert Hartig'sche Methode.

Auf dem Karl Heyer'schen Prinzipe beruht der von R. Hartig konstruierte Xylometer*). Zur Messung größerer Holzstücke dient ein vierkantiger Eisenkasten A, Fig. 44, von 1 m Höhe**) und 0,333 m Quadratseite. In 0,66 m Höhe befindet sich auf einer Seite eine Ausflußöffnung a, welcher äußerlich ein nach unten gebogenes, verschließbares Ausflußrohr b angesetzt ist. Die Ausflußöffnung hat die Gestalt eines Halbkreises, dessen Durchmesser die unten scharf und genau gearbeitete Kante c d darstellt, über welche das Wasser in das Ansatzrohr strömt. Zum Hinabdrücken der zu untersuchenden Holzstücke dient eine eiserne Nadel e, welche in der Mitte mit einer beiderseits rechtwinkelig umgebogenen und mit schweren Gewichten n und m versehenen Eisenstange f g versehen ist.***) Bei der Messung wird letztere auf den Rand des Kastens gelegt, so daß eine Be-

*) Dr. R. Hartig, „das spez. Frisch- und Trockengewicht, der Wassergehalt und das Schwinden des Kiefernholzes". Berlin 1874.

**) Ist zum Einstellen von 1 m langen Holzstücken, insbesondere Wellen, jedenfalls zu niedrig.

***) Diese Nadel kann offenbar nur ein Stück festhalten, während bei größeren Untersuchungen oft 20—25 Holzstücke auf einmal eingetaucht werden.

wegung des Wasserspiegels durch Festhalten der Holzstücke mit der Hand vermieden wird.

Es sind ferner einige zuvor sorgfältig ausgemessene, enghalsige Glasgefäße erforderlich, durch deren Füllung bis zu einer an dem Hals angebrachten Marke das ausfließende Wasserquantum genau quantitativ bestimmt werden kann. Ein röhrenförmiges, genau graduiertes Glasgefäß, an welchem 0,01 Liter direkt abgelesen, 0,0025 Liter aber noch geschätzt werden können, dient zur genauen Messung des nach der Füllung der Flaschen noch übrig bleibenden und weniger als 1 Liter betragenden Wasserrestes.

Fig. 44.

Vor der Messung wird das Gefäß mit Wasser bis etwas über die Öffnung gefüllt. Hierauf wird das Ausflußrohr geöffnet und erst dann wieder geschlossen, wenn die Tropfen nur noch so langsam auf einander folgen, daß man imstande ist, zwischen dem Fallen zweier Tropfen schnell 5 oder 10 zu zählen. Schon während des Eintauchens der zu messenden Holzstücke kann man in das untergehaltene Gefäß Wasser ausfließen lassen. Auch ist nicht nötig, die Gefäße sofort bis zur Marke mit dem ausfließenden Wasser zu füllen, vielmehr ist schnell zu operieren. Man schließt den Xylometer dann, wenn zwischen dem Fallen zweier Tropfen derselbe Zeitraum vergeht, welcher für das Schließen vor der Messung maßgebend war.

Das in Flaschen befindliche Wasser wird dann genau gemessen durch Hinzugießen von Wasser aus einer Flasche in die andere bis zu der am Halse befindlichen Marke. Da der Inhalt der Flaschen bekannt ist, so braucht man schließlich nur noch den Rest in dem graduierten Röhrengefäß (Meßcylinder) genau zu messen.

8. Württembergische und bayerische Methode.

Der Verfasser bediente sich bei den in Württemberg ausgeführten neuen Untersuchungen über den Festgehalt des Holzes und der Rinde eines Aichgefäßes oder Xylometers von folgender Form und Einrichtung: Ein cylindrisches Gefäß von stärkstem Zinkblech a b c d (Fig. 45) ruht der besseren Erhaltung des Bodens wegen auf einem soliden Holzfuß

a b und ist, damit er keine Ein- und Ausbiegungen bekommt, noch weiter mit drei starken Eisenreifen c d, e v und r o umgeben.

Der innere Durchmesser c d beträgt 0,46 m, die Höhe r c aber 1,5 m, so daß der Cylinder 250 Liter = 0,250 cbm faßt. Etwa 1 cm vor dem Cylinder ist eine durch 2 Bänder f und o mit ersterem bei o kommunizierende Glasröhre b d von etwa 7 mm innerem Durchmesser angebracht, zwischen Glasröhre und Cylinder auf letzterem aber eine weiß angelaufene Messingskala angeschraubt. Endlich befindet sich bei h noch ein Hahn zum beliebigen Ablassen des in den Cylinder geschütteten Wassers. Die Glasröhre wird beim Transport abgeschraubt und in einem Kästchen aufbewahrt.

Fig. 45.

Die Einteilung (Aichung) der Skala wurde mit den ganz genau abgeglichenen Normalmaßen der kgl. Centralstelle für Handel und Gewerbe in Stuttgart in folgender Weise vorgenommen:

Da in den Cylinder a b c d eingegossenes Wasser sich nach dem Gesetz der kommunizirenden Röhren in der Glasröhre b d gerade so hoch stellen muß, so wurden nach und nach immer 5 Liter Wasser (5 cbdcm) in das Gefäß gegossen und jedesmal der Wasserstand in der Röhre ganz genau abgemessen und an der Skala m n mit einem harten Stift eingraviert, bis die ganze Skala eingeteilt war. Mittelst eines Zirkels wurden die Teilstriche zwischen je 5 Liter wiederum in 10 gleiche Teile geteilt, so daß die Teilung auf 0,5 Liter durchgeführt ist. Teilt man durch Schätzung den Raum zwischen je zwei Teilstrichen nochmals in 5 gleiche Teile, so kann man an dem Apparat bis auf 0,1 Liter oder 0,0001 cbm ablesen, was für Festgehaltsbestimmungen der Raummaße vollständig genügt.

Zum recht genauen Ablesen der Höhe des Wasserstandes dient eine mit einer Spitze versehene und bis an die Skala reichende Messinghülse g, welche an der Röhre beliebig auf- und abgeschoben und scharf eingestellt werden kann.

Der Gebrauch des Apparates ist nun sehr einfach. Man füllt denselben, nachdem er vertikal aufgestellt ist, je nach der Menge des später

einzutauchenden Holzes auf $^1/_2$—$^2/_3$ der Höhe mit Wasser und liest alsdann den Stand der Röhre, z. B. a = 120 Liter, ab. Hierauf bringt man das Holz in den Xylometer, drückt es vorsichtig unter Wasser und liest nun den um das Volumen des eingetauchten Holzes vermehrten Stand der Skala wieder ab. Zeigt die Skala jetzt b = 185,4 Liter, so ist der Kubikinhalt k = b — a = 185,4 — 120 = 65,4 Liter = 0,0654 cbm.

Die Glasröhre und Skala wird durch zwei hervorstehende Eisenstangen, zwischen welchen beide liegen, geschützt, der ganze Apparat aber beim Transport in einer Holzkiste zum Schutz gegen Beschädigung aufbewahrt.

An dem vorstehend beschriebenen Apparate, welcher von Mechanikus Tesdorpf (vormals Zimmer) in Stuttgart sehr solid angefertigt wird, wurden später, auf Anregung des damaligen Forstrats A. Ganghofer in München, und nach vorausgegangenem Benehmen mit uns, noch einige, wenn auch nicht prinzipielle, so doch wichtige Verbesserungen angebracht, welche vorzugsweise den Schutz und das Verstopfen der Röhre betreffen.

Fig. 46.

Unsere ersten Apparate hatten nämlich drei, die jetzigen haben vier Verstärkungs- oder Schutzringe. Sodann ging die kommunizierende Röhre früher bis an den Boden herunter, war dadurch verhältnißmäßig lang und darum auch leichter zerbrechlich. Ein größerer Mißstand war aber der, daß sich die tief angesetzte Röhre, trotz des angebrachten Seihers, infolge der sich am Boden immer absetzenden Unreinigkeiten (Moos, Rinde 2c.) hin und wieder verstopfte und deshalb abgeschraubt und gereinigt werden mußte. Diese Mißstände sind durch nachfolgende Konstruktion (Fig. 46) wie sie Ganghofer Seite 85 seines forstlichen Versuchswesens liefert, als beseitigt zu betrachten.

Der Cylinder (Durchmesser = 0,50 m) besteht aus starkem Zinkblech, ist der Dauerhaftigkeit wegen noch durch 4 kräftige eiserne Reife b

zusammengehalten, holzfarbig lackiert und steht auf 3 gut ausgebauchten Füßen. Vorn am Cylinder ist die Skala c aufgeschraubt; dieselbe ist wie bei Apparat Figur 45 geteilt. Vor dieser Skala befindet sich die Glasröhre d, an deren unterem Ende ein kleiner Metallcylinder angebracht ist, welcher in die Öffnung des am zweiten Eisenringe b, etwa in $^1/_3$ Höhe des Apparates angebrachten Hahnens f paßt; durch leichtes Anziehen der Schraubenmutter wird der Cylinder mit dem Hahnen fest verbunden. Am oberen Ende paßt die Röhre leicht in einen am Apparat angebrachten Ring.

Zum Schutze der Glasröhre befinden sich parallel mit derselben auf deren beiden Seiten eiserne Lamellen und oben eine gegen Anstoßen beim Einlegen sichernde Schutzkappe g; über die genannten Schutzlamellen läuft der Schieber h, eine Metallhülse, welche auf- und abgeschoben werden kann, um ein recht genaues Ablesen des Wasserspiegels in der Glasröhre zu ermöglichen.

Der Hahnen f geht durch den Reif b hindurch und ist hier die Hahnenöffnung durch einen feinen Seiher gegen das Eindringen von Unreinigkeiten geschützt. Sollte je der Seiher sich verstopfen, so kann er nach Herausdrehen einer Schraube, welche vorn am Hahnen angebracht ist, leicht gereinigt werden.

Der Hahnen dient zum Abschluß der Glasröhre, da bei zu raschem Eindringen des Wassers vom Cylinder aus leicht die Röhre zerspringen könnte; der Hahnen ist daher erst langsam zu öffnen, wenn die Holzstücke schon im Cylinder sich befinden.

Um aus dem Cylinder die auf dessen Boden während der Arbeit sich ansammelnden Unreinigkeiten (Rindenabfälle, Schlamm u. s. w.) entfernen und nach vollendeter Arbeit den Apparat entleeren zu können, ist unten am Boden ein größeres Ausflußrohr i angebracht, in dieses ein dicht verschließbarer Deckel eingeschraubt, der in beiden Fällen nur abgeschraubt zu werden braucht.

Der Preis eines solchen Apparats samt Kiste und Reserveglasröhre beträgt zirka 100 Mark.*)

*) Als Beweis für die Brauchbarkeit des Apparates mag dienen, daß die Firma Zimmer denselben schon bald nach dessen Veröffentlichung an die verschiedensten Orte absetzte. So z. B. an die Direktion der kgl. forst- und landwirtschaftlichen Lehranstalt zu Kreuz in Croatien, an das kgl. bayrische Finanzministerium in einer größeren Anzahl Exemplaren, fürstlich Johann Liechtenstein'sche Mappierungs-Kanzlei in Mährisch-Aussee, Forst-Inspektion in Oravicza (Südungarn), l'Institut agricole de l'Etat à Gembloux (Belgique), kgl. bayrische Centralforst-Lehranstalt Aschaffenburg, kgl. preußische Forstakademie in Hannöv.-Münden und forstliche Versuchsanstalt Braunschweig u. s. w.

Zu genauen wissenschaftlichen Untersuchungen und insbesondere zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Hölzer haben wir noch einen kleinen Xylometer ähnlicher Konstruktion in drei verschiedenen Gestalten anfertigen lassen. Das Gefäß aus einem Messing- oder Glascylinder bestehend, hat dann nur einen Durchmesser von 0,1 m und eine Höhe von 0,4 m wodurch es möglich wurde, an der Skala bis auf 1 cbcm (1 Gramm Wasser) abzulesen; es ruht auf einem Holzfuß, an welchem sich 3 Schrauben zum genauen Horizontalstellen mittelst einer Libelle befinden, die aufgesetzt wird. Einen dritten Xylometer gleicher Konstruktion ließen wir aus 4 starken Spiegelgläsern und parallel-trapezförmigem Querschnitte anfertigen. Mit diesem Apparate ist man imstande, keilförmige Holzstücke, welche vom Herz aus in der Richtung der Markstrahlen aufgespalten sind, und darum von allen Holzschichten proportionale Anteile enthalten, rasch zu untersuchen. Diese Xylometer werden in dem forstlichen und forstbotanischen Laboratorium der forstlichen Versuchsanstalt in München sehr viel und mit bestem Erfolge gebraucht.

Der Xylometer der badischen und sächsischen Versuchsanstalt, welcher für die Festgehaltsuntersuchungen in Baden und Sachsen verwendet wurde, beruht auf demselben Prinzip, wie der württemberg-bayrische. Eine Abbildung dieser beiden Apparate findet sich in des Verfassers Schrift über die Festgehaltsuntersuchungen des Holzes und der Rinde; Augsburg 1879.

b) Hydrostatische Methode.

Wie bereits erwähnt, gründet sich diese Methode auf den bekannten hydrostatischen Satz, daß jeder unter Wasser getauchte Körper so viel von seinem eigenen Gewichte verliert, als das Volumen des verdrängten Wassers beträgt. Es wird dieser Satz schon längst in der Physik zur Bestimmung des spez. Gewichtes fester Körper angewendet. Dieser Umstand mag auch den Prof. Dr. Müttrich in Eberswalde 1876 auf den Gedanken gebracht haben, durch hydrostatische Wägung die Verhältniszahl zwischen Gewicht und Inhalt von Reisholzwellen zu bestimmen.*)

Müttrich hält die hydrostatische Wägung besonders deshalb für erwünscht, weil der vom Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten entworfene Arbeitsplan zur Aufstellung von Formzahl- und Baummassentafeln bestimme, daß alles Ast- und Gipfelholz eines Baumes, welches seiner Stärke nach dem Reisholz angehöre, in Wellen gebunden und dessen Inhalt nach dem Gewichte, so lange aber noch genügende Verhältniszahlen zwischen Gewicht und Inhalt fehlen, aus dem Gesamtgewicht mit probeweiser Wasserkubierung bestimmt werden solle. Diese Bestimmung erfordere die Benützung von Xylometern, deren Anschaffung für alle Reviere, in welchen derartige Untersuchungen angestellt werden sollen, große Kosten

*) Dankelmann, „Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen", 1876. Band VIII, Seite 439—443.

verursachen würde. Um diese zu vermeiden, habe die Hauptstation für forstliches Versuchswesen in Preußen neben der xylometrischen Wasserkubierung von Probewellen das hydrostatische Wägungsverfahren ins Auge gefaßt. Das Verfahren geht aus nachstehender, von Professor Dr. Müttrich entworfenen Instruktion hervor, deren wesentliche Bestimmungen wir dem Wortlaut nach mitteilen. Zum besseren Verständnis fügen wir noch Fig. 47 bei. Vorausgesetzt wird eine Decimalwage von 3 Centner Tragkraft.

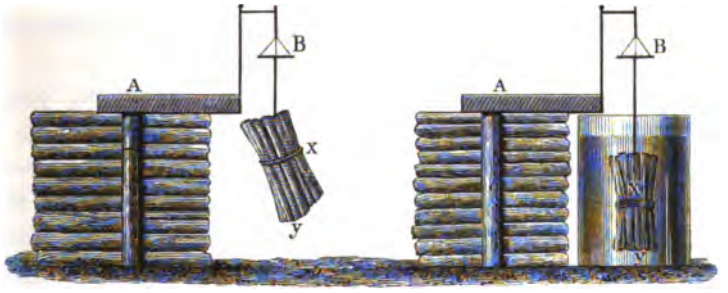


Fig. 47.

Außer der Decimalwage nebst den notwendigen Gewichtsstücken wird bei der Methode, um den Reduktionsfaktor zur Umwandlung von Gewicht in Festmaß durch hydrostatische Wägung zu bestimmen, noch ein Körper gebraucht, welcher so schwer sein muß, daß er mit der Holzwelle vereinigt einen zusammengesetzten Körper liefert, dessen spezifisches Gewicht größer als 1 ist, der also im Wasser untergeht. Die Form dieses Gegenstandes ist vollständig gleichgiltig, jeder Stein von zweckmäßiger Größe kann dazu benutzt werden.*)

Nachdem die Decimalwage so hoch gestellt ist, daß an ihre Wagschale B eine Holzwelle freischwebend angehängt werden und sowohl in der Luft, als auch unter Wasser gewogen werden kann, werden der Reihe nach folgende Operationen ausgeführt:

1. Wird der Stein oder das beliebige Gewicht, welches statt seiner benutzt werden soll, an die Wagschale angehängt und die Wage durch beliebige auf die Brücke A gelegte Gegengewichte (Holzstücke, Steine ꝛc.) ins Gleichgewicht gebracht.

2. Wird bei unveränderter Belastung der Brücke A der Stein ins Wasser getaucht und die Wagschale B so lange mit Gewichten belastet,

*) Ganghofer, „forstliches Versuchswesen", Seite 96, schlägt als Hilfskörper ein gekrümmtes Eisenstück vor, was leicht in den Leib der Welle eingesteckt werden könne.

bis wieder Gleichgewicht hergestellt ist. Wenn die dazu erforderlichen Gewichtsstücke das Gesamtgewicht P Kilogr. besitzen, so bezeichnet P den Gewichtsverlust, welchen der Stein beim Eintauchen ins Wasser erfährt.

3. Wird die Probewelle, für welche das Verhältnis zwischen Gewicht und Inhalt ermittelt werden soll, auf die Brücke A gelegt und ihr Gewicht bestimmt. Dasselbe sei = P_1 Kilogr.

4. Wird der unter 1 und 2 betrachtete Stein mit der unter 3 betrachteten Welle zusammengebunden, an die Wagschale B angehängt und die Wage wieder durch beliebige auf die Brücke A gelegte Gegengewichte (Holzstücke, Steine ꝛc.) ins Gleichgewicht gebracht.

5. Werden bei unveränderter Belastung der Brücke die Holzwelle und der Stein zusammen ins Wasser getaucht und die Wagschale B so lange mit Gewichten belastet, bis wieder Gleichgewicht vorhanden ist. Wenn die hierzu nötigen Gewichtsstücke das Gesamtgewicht von P_2 Kilogr. haben, so ist P_2 der Gewichtsverlust, den der Stein und die Holzwelle zusammen beim Eintauchen ins Wasser erleiden. Vorstehend aufgeführte Wägungen sind ausreichend, um das gesuchte Verhältnis zwischen Gewicht und Festgehalt des Reisigs zu bestimmen. Es ist nämlich:

P Kilogr. = dem Gewichtsverlust des Steins, den derselbe beim Wägen unter Wasser erfährt.

P_2 Kilogr. = derselben Größe für Stein und Holzwelle zusammen. Daher bedeutet (P_2 — P) Kilogr. den Gewichtsverlust für die Holzwelle allein und deshalb ist nach dem archimedischen Prinzip (P_2 — P) Kilogr. auch das Gewicht einer Wassermasse, welche mit der Holzwelle gleiches Volumen besitzt. Weil nun das Gewicht von 1 cbdcm (1 Liter) Wasser = 1 Kilogr. ist, so ergiebt sich das Volumen der Holzwelle = (P^2 — P) cbdcm.

Das Gewicht der Holzwelle war = P_1 Kilogr. gefunden und daher folgt, daß der Festgehalt für 1 Kilogr. der untersuchten Reisigwelle $= \frac{P_2 - P}{P_1}$ cbdcm $= \frac{P_2 - P}{P_1\ 1000}$ cbm ist.

Wenn der zu suchende Reduktionsfaktor für eine größere Anzahl von Probewellen zu bestimmen ist, würde man gut thun, für alle Wellen dasselbe unter 1 und 2 betrachtete Hilfsgewicht zu benutzen. Dadurch würden die erforderlichen Wägungen wesentlich vereinfacht werden, indem dann nur die unter 3, 4 und 5 aufgeführten Operationen für jede Welle ausgeführt werden müßten und die dadurch gefundenen Werte von P_1 und P_2 mit dem ein für allemal bestimmten Wert von P in der oben angegebenen Weise kombiniert werden könnten u. s. w.

A. Ganghofer*) hat schon darauf hingewiesen, daß das vorgeschlagene Verfahren ein mehrfaches Wenden der Wage, nämlich zwischen 1 und 2, zwischen 2 und 4, sowie 4 und 5, erfordere; ein Mißstand, der bei Decimalwagen, welche stets gut horizontal gestellt werden müssen, nicht zu unterschätzen ist. Ganghofer schlägt daher die Verwendung einer Schnellwage vor, welche unstreitig für den vorliegenden Zweck, bei gleicher Genauigkeit, vorzuziehen ist, was auch die vom kgl. bair. Oberförster Weissenscheid in dieser Frage angestellten Untersuchungen bewiesen haben.**)

Die Müttrich'sche Methode ist überhaupt umständlich, zeitraubend und teuer. Die Decimalwage kommt beim Drehen leicht aus der horizontalen Stellung, die Herstellung des Gleichgewichts der Wage durch Auflegen von Steinen, Holz u. s. w. nimmt viel Zeit in Anspruch, das Ablesen der Gewichte erfordert Aufmerksamkeit, die Wassergefäße, in welche die Wellen eingetaucht werden sollen, müssen unverhältnismäßig groß sein, denn streift ein Reis nur wenig an der Wand an, so wird die Wägung unter Wasser fehlerhaft, bei windigem Wetter ist das Verfahren überhaupt mißlich, wenn nicht ganz unausführbar. Das Verfahren, welches sich mehr zu Untersuchungen in physikalischen und mineralogischen Laboratorien, als für den Wald eignet, kann mit der xylometrischen Methode die Konkurrenz nicht bestehen.

C. Gewichtsmethode.

Ist der Inhalt großer Quantitäten namentlich unregelmäßiger Holzstücke (Stock- und Reisholz) zu bestimmen, so erfordert das Aichen zu viel Zeit, auch findet man nicht immer Wasser in genügender Menge im Walde. Für solche Fälle kann man folgendes Verfahren einschlagen:

Man bestimmt das Gewicht Q des sämtlichen zu untersuchenden Holzes gleichen Sortiments und gleicher Beschaffenheit; ebenso das Gewicht q einiger charakteristischer Probestücke und ermittelt mittelst der xylometrischen Methode deren Volumen v. Da sich nun für ein und denselben Körper die Volumina v und V wie die zugehörigen Gewichte q und Q verhalten, so ergiebt sich das Volumen V nach folgender Proportion:

$$q : Q = v : V \text{ oder } V = \frac{Q}{q} \times v = \frac{v}{q} \times Q.$$

Zu demselben Resultat gelangt man, wenn man aus dem Gewicht des Probeholzes q und dem Volumen v desselben das spezifische Gewicht s

*) Dessen „forstliches Versuchswesen" 1877, Seite 97.

**) Ganghofer, „forstliches Versuchswesen" 1877, Seite 98—102.

nach der Formel $s = \frac{q}{v}$ ermittelt und mit diesem in das Gesamtgewicht des gewogenen Holzes = Q dividiert; denn es ist $Q : \frac{q}{v} = Q \cdot \frac{v}{q}$.

Angenommen eine größere Quantität Buchenreis wiege Q = 8000 kg. Hiervon habe man 2 Wellen mit zusammen q = 42 kg gewogen, dieselbe im Xylometer kubiert und v = 40 Liter oder Kubikdecimeter gefunden, so ist $s = \frac{q}{v} = \frac{42}{40} = 1{,}05$; somit $V = \frac{v}{q} \times Q = \frac{40}{42} \times 8000 =$ = 7,619 cbm, oder auch: $V = \frac{Q}{s} = \frac{8000}{1{,}05} = 7{,}619$ cbm.

Kennt man einmal das Verhältnis zwischen q und v, weiß man z. B. im vorstehenden Fall, daß 42 kg = 40 Liter sind, so ist $1 \text{ kg} = \frac{40}{42} =$ = 0,9524 Liter und man braucht dann diesen Faktor nur mit dem Gesamtgewicht zu multiplizieren, um dessen Volumen zu erhalten; hier z. B. 8000 × 0,9524 = 7619 Liter = 7,619 cbm.

Die Gewichtsmethode wurde u. a. von Reißig 1846 berührt,*) findet sich aber auch schon bei G. König.**)

D. Indirekte Wasser- oder Sandmethode.

(Verfahren von Hennert, Müllenkampf, König, Hundeshagen, Schneider.)

Dieses Verfahren ist zuerst von Hennert 1782 angewendet und von ihm in seiner 1791 in Berlin erschienenen „Anweisung zur Taxation der Forste", Seite 214—216, beschrieben worden. Da in Preußen damals die Klafter Holz 6′ breit und hoch und 12′ breit und 3′ hoch bei je 3′ Scheitlänge gesetzt wurde, mithin 108 Kubikfuß enthielt, so ließ Hennert für seine Festgehaltsuntersuchungen zwei Holzkästen von den gegebenen Dimensionen im Lichten anfertigen; setzte in den einen Kasten eine Klafter Scheit-, in den anderen eine Klafter Knüppelholz und füllte den Zwischenraum mit Wasser aus. Hierauf nahm er die Holzstücke heraus, ließ das Wasser in die Kisten ablaufen, berechnete die Höhe des Wasserstandes, multiplizierte diese mit der Grundfläche des Kastens im Lichten und fand

*) Von Wedekind, „neue Jahrbücher der Forstkunde", Heft 32, 1846, Seite 19—20.

**) Siehe dessen „Anleitung zur Holztaxation ꝛc.", Gotha 1813, Seite 62 und 63.

in dem Produkt den Inhalt der Zwischenräume und durch deren Abzug von 108 den Festgehalt der Klafter in Kubikfußen. von Müllenkampf wandte im Jahre 1785 statt Wasser, Sand zum Ausfüllen der Zwischenräume an.*)

Daß aber auch Samen hierzu diente, geht aus folgender Stelle in G. König's „Holztaxation", Seite 65—66, hervor,**) wo es heißt, nachdem König die Gewichtsmethode kurz behandelt hatte:

„Bei der mathematischen Ausmessung durch den stereometrischen Raum gebraucht man ein Gefäß, dessen Inneres so regelmäßig ist, daß es sich leicht und genau stereometrisch behandeln läßt. In dasselbe wird das irreguläre Holzstück gelegt, alsdann wird der leere Raum mit Wasser, feinkörnigem Sand oder Samen angefüllt; hierauf wird die auszumessende Masse herausgenommen und der Raum gemessen, um welchen die Hülfsmasse zurückgetreten ist."

Das von Hundeshagen 1822 in seiner „Enzyklopädie der Forstwissenschaft" vorgeschlagene Verfahren beruht im Prinzipe auf der Heunert'schen Methode und bedarf deshalb keiner weiteren Schilderung.

Auch der in der Forstakademie Eberswalde aufgestellte „Schneider'sche Xylometer,***) welchen wir an Ort und Stelle selbst kennen lernten, fällt mit dem Hennert'schen und Hundeshagen'schen Prinzipe zusammen und besteht aus folgenden zwei Gefäßen: einem 2 cbm fassenden eisernen Kasten und einem Wasserbehälter (Aichapparat) mit Skala, an welcher der Wasserstand nach Litern abgelesen werden kann. Man füllt den eisernen Kasten z. B. mit 2 Raummeter Holz und läßt aus dem Wasserkasten zur Ausfüllung der Zwischenräume in denselben so lange Wasser einströmen, bis der Raum von 2 cbm ganz ausgefüllt ist. Die ausgeflossene Wassermenge läßt sich an der Skala genau ablesen. Zieht man letztere von 2 cbm = 2000 Liter ab, so erhält man in der Differenz den Festgehalt in Litern oder Kubikdecimetern.

Die vorstehend beschriebenen Xylometer genügen zur Kubierung des Holzes für die Baum- und Bestandesschätzung vollständig. Für die Bestimmung des Volums kleiner Körper, z. B. einzelner Holzpflanzen, hat der k. k. Oberforstrat Friedrich in Wien seinen sogenannten „Präcisionsxylometer" konstruiert, über welchen im „Centralblatt für das gesamte Forstwesen", Februarheft 1890, das erforderliche nachgelesen werden kann.

---

*) „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs", 1877, Heft I, Seite 7 und 8.

**) „Anleitung zur Holztaxation", Gotha 1813.

***) „Schneider's Forst- und Jagdkalender", Jahrgang 1852.

E. Kritik der beschriebenen Methoden.

Wenn man bedenkt, daß die meisten Untersuchungen im Walde selbst ausgeführt werden müssen, in welchem es an den Bequemlichkeiten der häuslichen Einrichtung fehlt, so wird man an eine gute Untersuchungsmethode die Bedingungen der Einfachheit, Billigkeit, Genauigkeit, leichten Handhabung und Brauchbarkeit auch unter ungünstigen Verhältnissen zu stellen haben.

Die stereometrische Methode hat den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit, auch gestattet sie die Untersuchung zu jeder Jahreszeit und an jedem Orte. Sie eignet sich aber nur für die Untersuchung von glattem und geradem Scheitholz und glattem und stärkerem Knüppelholz. Für krummes und knorriges Scheit- und Knüppelholz ist die Methode weniger genau, für schwächere Knüppel, deren mittlere Durchmesser alle abgegriffen werden sollen, zu zeitraubend, für Reis- und Stockholz ganz ungeeignet.

Was die Genauigkeit der stereometrischen, gegenüber der xylometrischen Methode anlangt, so haben die neueren Untersuchungen ergeben, daß beide Verfahren, angewendet auf glatte und gerade Rundholzstücke, in ihren Resultaten nicht wesentlich differieren, wenn bei ersterer mit Aufmerksamkeit verfahren wird, die Durchmesser bis auf Millimeter genau abgegriffen und die Holzstücke alle möglichst gleich lang gemacht werden. Unter diesen Umständen hat M. Kunze in Tharand gefunden, daß sich ein Unterschied in dem Derbgehalt eines Raummeters beider Methoden oft erst in der dritten, häufig sogar in der vierten Decimalstelle bemerklich macht.*)

Die Einwände, welche Forstmeister Kraft zu Gunsten der stereometrischen Methode gegen das Aichverfahren vorbrachte,**) glauben wir zur Genüge widerlegt zu haben.***) Kraft war nämlich der Ansicht, das xylometrische Verfahren müsse stets kleinere Resultate als die stereometrische Methode liefern, während aus Untersuchungen der württemberg.†) und bad.††) forstlichen Versuchsanstalten schon früher hervorging, daß man bald gleiche, bald etwas zu hohe, bald zu niedrige Resultate findet.

*) „Tharander Jahrbuch" von 1876, Band 26, Seite 258, sowie des Verfassers Untersuchungen über den Festgehalt ꝛc., Augsburg 1879.

**) Dr. H. Burckhardt, „Mitteilungen aus dem Walde", Heft 6, 1875, Seite 162.

***) Baur, „Monatsschrift für Forst- und Jagdwesen" 1876, Seite 481.

†) Ebendaselbst 1874, Seite 481.

††) Ebendaselbst 1875, Seite 529.

Die xylometrische Methode entspricht auch den vorhin gestellten Anforderungen am meisten. Von den genannten Apparaten haben sich die nach dem System Reißig verbesserten Xylometer am meisten bewährt. Überdies hat v. Seckendorff*) nachgewiesen, daß, wenn man die Xylometer nach dem verbesserten Reißig'schen System (württembergischer, badischer, sächsischer Xylometer) mit A, die nach dem System K. Heyer und R. Hartig mit B, nach dem System Hoßfeld mit C bezeichnet sich die Untersuchungsdauer dieser drei Methoden durch das Mittelverhältnis

$$A : B : C = 1 : 7 : 9$$

ausdrücken läßt.

Daß sich die hydrostatische Methode zu größeren im Walde auszuführenden Untersuchungen nicht eignet, wurde bereits bei Beschreibung dieses Verfahrens hervorgehoben. Ebenso kann die indirekte Wasser- und Sandmethode, als zu zeitraubend und auch weniger genau, nicht mehr in Betracht kommen. Es wäre z. B. der schwerfällige Eberswalder Apparat (Schneider) kaum im Walde zu verwenden. Hierbei ist auch noch hervorzuheben, daß, wenn man die Zwischenräume mit Wasser ausfüllt, das Holz zu lange in demselben liegen muß und sich vollsaugt; wenn man aber Sand, Samen u. s. w. einfüllt, diese Stoffe die Zwischenräume nie ganz ausfüllen, weil zwischen diesen mehr oder weniger abgerundeten Körpern selbst wieder Lufträume bleiben.

Die Gewichtsmethode hat bei der Kubierung großer Reisholzquantitäten wegen ihrer Einfachheit eine große Bedeutung und kann bei der Kubierung des Reisholzes einzelner Probestämme, wie solche bei der Sammlung von Material für Baummassen- und Formzahltafeln in vielen Tausenden von Fällen vorkommt, nicht wohl entbehrt werden, weil hier die Verwendung von Aichgefäßen für jeden einzelnen Fall viel zu umständlich wäre. Hier kann durch Wägung sämtlichen Materials, in Verbindung mit kleinen Probekubierungen auf xylometrischem Wege, der Zweck ebenfalls erreicht und das Verhältnis zwischen Volumen und Gewicht um so mehr mit genügender Schärfe festgestellt werden, als ja das Reisholz nur einen verhältnismäßig geringen Teil der Baummasse ausmacht.

3. Die Faktoren, welche den Festgehalt des Schichtholzes bestimmen.

§ 22.

Die Festgehalte des Schichtholzes sind abhängig: von den Dimensionen

*) „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs", 1. Heft, Seite 25—26.

und Formen der Schichtmasse, von der Form und Beschaffenheit der Holzstücke, der Begrenzung der Schichtmaße, der Schichtweise (Geschicklichkeit der Holzsetzer) und den Sortimentsgrenzen. Wir wollen daher diese einzelnen Faktoren etwas näher besprechen.

A. Die Dimensionen und Formen der Schichtmaße.

Sowohl die Länge der Holzstücke, als auch die Form, in welcher man dieselben aufsetzt, wirken bestimmend auf den Festgehalt des geschichteten Holzes. Da die Scheit-, Prügel- und Reisholzstücke selten ganz gerade und glatt gewachsen, sondern bald gekrümmt oder gewunden sind, bald sonstige Unebenheiten besitzen, so lassen sich natürlich nicht immer gleich viele Holzstücke in das Schichtmaß setzen, dieses wird vielmehr um so mehr Holz in sich aufnehmen (im übrigen gleiche Verhältnisse vorausgesetzt), je kürzer die Holzstücke sind, weil alsdann die Krümmungen und Unebenheiten mehr verschwinden und das Holz sich dichter aufeinander legt.

Um den Einfluß der Scheitlänge auf den Holzgehalt der Schichtmaße festzustellen, hat man zahlreiche Versuche angestellt, welche das Ergebnis geliefert haben, daß bei Scheitlängen zwischen 0,3 bis 1,8 m Differenzen bis zu 20 Prozenten stattfinden können. Sollen daher Untersuchungen über den Festgehalt des Schichtholzes praktischen Wert haben, so muß bei denselben immer angeführt werden, auf welche Scheitlänge sich dieselben beziehen. Der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten untersuchte nur 1 m lange Holzstücke.

In nachstehender Übersicht teilen wir die Resultate König's und Klauprecht's mit, welche wir aus des letzteren Holzmeßkunst entnehmen. Geht man nämlich von der Scheitlänge 1,2 m aus, so zeigen die mit + bezeichneten Zahlen das Mehrergebnis, die mit — bezeichneten Zahlen das Minderergebnis an Massengehalt für die vorgesetzte Länge der Scheite in Teilen von Hundert oder in Prozenten an.

Scheitlänge	Nach König			Nach Klauprecht		
Meter	Scheitholz gerades	Scheitholz krummes und gerade Knüppel	Scheitholz knotiges u. krumme Knüppel	Scheitholz gerades	Scheitholz knotiges	Astholz krummes
0,3	+ 0,06	+ 0,09	+ 0,12	+ 0,10	+ 0,20	
0,6	+ 0,04	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,12	+ 0,15
0,9	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,02	+ 0,06	
1,2	0	0	0	0	0	0
1,5	— 0,02	— 0,03	— 0,04	— 0,01	— 0,01	
1,8	— 0,02	— 0,06	— 0,08	— 0,02	— 0,02	— 0,06

Neben der Scheitlänge hängt aber der Inhalt des Schichtholzes von der Geschicklichkeit ab, mit welcher der Holzsetzer das Holz aufschichtet. Da sich aber die Holzstücke nur etwa bis zur Brusthöhe bequem und ohne besondere Anstrengung aufsetzen lassen, so wird in demselben Verhältnisse, als die Schichthöhe zunimmt, das ordnungsmäßige Einlegen derselben abnehmen, mithin der Festgehalt ein kleinerer werden. Dieser Fehler wird jedoch unter Umständen wieder dadurch paralysiert, daß bei verhältnismäßig großer Schichthöhe die Stützen, zwischen welchen das Holz sitzt, sich mitunter etwas auseinander drücken, und daher bei gleicher Höhe einen größeren Inhalt aufnehmen. Diese immerhin mißlichen Schwankungen werden am besten dadurch ganz vermieden, daß man die Schichtmaße nicht höher als 1—1,5 m macht.

Auch von der Art und Weise, wie die Holzhauer an Bergabhängen die Stützen einschlagen, zwischen welche das Holz gesetzt werden soll, hängt der Inhalt der Schichten ab. Nachdem man nämlich auf der einen Seite die Stützen eingeschlagen hat, muß das Längenmaß, mit welchem man die Weite der Schichte abmessen will, genau rechtwinkelig zur Stütze angelegt werden. Würde man das Längenmaß bei geneigtem Boden unmittelbar auf diesen auflegen, so würde die Weite w der Schichte nicht w, sondern kleiner, nämlich nur $w \cdot \cos \alpha$ werden, wenn α den Neigungswinkel bedeutet. Dieser durch die Nachlässigkeit der Arbeiter entstehende Fehler wächst mit der Größe des Neigungswinkel α.

Bei α	=	5°	ist der	Cosinus	0,996	und der	Fehler	0,004	des	Raumes.
„ „	=	10°	„	„	0,985	„	„	0,015	„	„
„ „	=	15°	„	„	0,966	„	„	0,034	„	„
„ „	=	20°	„	„	0,940	„	„	0,060	„	„
„ „	=	25°	„	„	0,906	„	„	0,094	„	„

Der Fehler wird dadurch vermieden, daß man, Fig. 48, was aber nicht immer zweckmäßig und ausführbar ist, die Stützen entweder senkrecht auf die schiefe Ebene einschlägt, ihnen also die Richtung a′f und b′f, nicht die lotrechte aa′ giebt, oder besser die Breite der Klafter nicht schief, sondern horizontal mißt. Letzteres geschieht dadurch, daß man etwa einen Stab gb′, welcher genau so lang ist als die Schichte breit werden soll, möglichst horizontal an die Bergwand a′b′ anlehnt und hierauf genau hinter beiden Enden des ersteren die Stützen dd′ und bb′ lotrecht einschlägt.

Der Festgehalt des Schichtholzes ist ferner ein anderer, je nachdem man ihn am Tage der Aufarchung oder längere Zeit nachher bestimmt,

weil das im frischen Zustande gefällte Holz im Laufe der Zeit eintrocknet (schwindet) und dann einen geringeren Raum einnimmt. Daher die frühere Bestimmung, dem geschichteten Holze bei dem Aufarchen ein gewisses Übermaß, Darrscheit, zu geben.

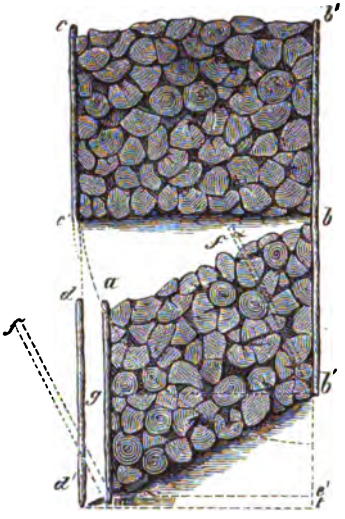


Fig. 48.

Berücksichtigt man jedoch, daß die verschiedenen Holzarten keineswegs einen gleichen Schwindungsgrad besitzen, die harten Hölzer schwinden mehr wie die weichen, so dürften streng genommen auch die Übermaße oder Darrscheite nicht bei allen Holzarten gleich groß sein. Da die meisten gesetzlichen Vorschriften aber in dieser Beziehung keine Bestimmungen enthalten, so verfehlen die Übermaße mehr oder weniger ihren Zweck und leisten überdies mancher Ungehörigkeit Vorschub. Die Bestimmungen über die Einführung gleicher Holzsortimente ꝛc. im deutschen Reiche (Seite 95) sehen im § 16 das Erforderliche vor.

Nach Pfeil sollen weiche Hölzer mehr als harte schwinden; er scheint sich dabei auf die Versuche Werneck's aus dem Jahre 1811 zu stützen, wonach die Klafterhöhe = 1 gesetzt, dieselbe bei Scheitholz noch sei:

bei der Hainbuche und Birke	nach	3	Monaten	0,984,	nach	6	Monaten 0,981,
„ „ Buche	„	3	„	0,975,	„	6	„ 0,956,
„ „ Eiche und Esche . .	„	3	„	0,970,	„	6	„ 0,964,
„ „ Ulme	„	3	„	0,967,	„	6	„ 0,948,
„ „ Ahorn	„	3	„	0,962,	„	6	„ 0,941,
„ „ Aspe	„	3	„	0,960,	„	6	„ 0,944,
„ „ Nadelholz	„	3	„	0,944,	„	6	„ 0,918.

Nach den Versuchen König's stellen sich gerade die entgegengesetzten Resultate heraus.

Nach unseren eigenen Untersuchungen*) sind Differenzen zwischen den Schwindungsverhältnissen der wichtigsten Holzarten weniger groß als man seither annahm. Es schwinden zwischen dem grünen und völlig lufttrockenen Zustande dem Volumen nach:

	Scheitholz	Prügelholz	Reisholz
Fichte	10 %	10 %	12 %
Gemeine Kiefer	9 „	10 „	12 „
Buche	— „	13 „	— „

*) F. Baur, Untersuchungen über den Festgehalt ꝛc., Seite 148.

	Scheitholz	Prügelholz	Reisholz
Weymouthskiefer	— %	12 %	— %
Eiche (Q. ped.)	10 „	10 „	9 „
Rotbuche	9 „	9 „	9 „
Hainbuche	— „	12 „	12 „
Elzbeere, Sperberbaum	— „	16 „	— „
Spitzahorn	10 „	— „	— „
Feldahorn	— „	9 „	— „
Esche	11 „	— „	— „
Wilder Apfel- und Birnbaum	— „	12 „	— „
Akazie	— „	14 „	— „
Birke	13 „	— „	11 „
Schwarzerle	12 „	9 „	15 „
Linde	— „	— „	20 „
Canadische Pappel	— „	10 „	— „

Die bis jetzt über die Schwindungsverhältnisse vorliegenden Untersuchungen sind nicht vollständig vergleichbar, weil das untersuchte Holz nicht gleich alt war und nicht gleichem Standorte entnommen wurde.

B. Die Form und Beschaffenheit der Holzstücke.

Sie wirkt insoferne bestimmend auf den Festgehalt ein, als es keineswegs gleichgiltig ist, von welcher Stärke und von welchen Teilen des Baumes die Holzstücke entnommen sind. Je stärker die Holzscheite sind, d. h. je weniger davon in ein gegebenes Raummaß gesetzt werden können, desto größer ist der Festgehalt und umgekehrt. Sollen daher die Versuche über den Festgehalt auch vollen Wert für andere haben, so müssen wenigstens annähernd Bestimmungen für die Stärke der Scheite, Prügel, Stöcke u. s. w. beigefügt werden.

Bei den neuesten Untersuchungen des Vereines forstlicher Versuchsanstalten wurde in dieser Beziehung das Erforderliche gewahrt. Aus diesen Untersuchungen geht z. B. hervor, daß schwache Laubholz-Nutzknüppel einen Festgehalt von 62, starke einen solchen von 69 %; desgleichen schwache und gerade Brennholzscheite von Laubholz einen Festgehalt von 72, starke dagegen 76 % haben. Bei doppelt so viel Scheiten kann die Differenz im Festgehalte 13 %, bei viermal so viel bis 25 % betragen. Derartige Resultate werden von Holzhändlern zum Nachteile der Käufer nicht selten benutzt; denn erstere können unter Umständen aus 8—10 Raummetern grobgespaltenem Holze leicht 1 Raummeter mehr aufstellen. Auch beugt sich Knüppelholz, nachdem man es gespalten und wieder in dasselbe Maß eingesetzt hat, beträchtlich höher auf, woraus folgt, daß 1 Raummeter grobes Prügelholz mehr Masse als 1 Raummeter schwaches Scheitholz haben muß.

Der Einfluß der Zahl der in 1 Raummeter eingelegten Holzstücke, namentlich wenn dieselben gerade und glatt sind, ist bei dem Scheitholz ein viel größerer als bei Knüppelholz. So hat z. B. glattes und starkes Brennscheitholz bei durch-

schnittlich 29 Scheiten per Raummeter einen Festgehalt von 75, während starkes und gerades Knüppelholz bei 60, also doppelt so viel Knüppeln, noch einen Festgehalt von 72 % besitzt.

Ist das Knüppelholz glatt und gerade, so kann schon aus mathematischen Gründen der Festgehalt nicht in dem Maße von der Knüppelzahl beeinflußt werden, wie z. B. von Seckendorff behauptet wird.*) Es ist ja bekannt, daß, wenn man in 1 Raummeter

1 Walzenstück von 1 Meter Durchmesser, oder
16 „ „ 0,25 „ „ oder
100 „ „ 0,10 „ „

einlegt, man unter allen diesen Verhältnissen 0,785 qm Kreisfläche und daher bei 1 m langen Knüppeln auch gerade so viel Festgehalt findet. Wenn sich in Wirklichkeit trotzdem keine größeren Festgehalte als 0,72 ergeben haben, so erklärt sich solches daraus, daß die Knüppel nie ganz gerade, glatt und überall gleich dick sind.

Die Form der Holzstücke äußert ihren Einfluß darin, daß krumme und knotige Holzstücke sich weniger dicht aufsetzen lassen und daher einen geringeren Festgehalt wie glatte Holzsortimente liefern. Die Holzart kommt hierbei im allgemeinen weniger in Betracht, als diejenigen Teile des Baumes, von welchen man die Sortimente entnommen hat. So hat z. B. aus dem Schafte gewonnenes Scheit- und Prügelholz jedenfalls einen größeren Festgehalt, als wenn man es aus Astholz aufgearcht hätte. Ebenso haben Reisholzwellen (Gebunde) aus schwachem Durchforstungsmaterial, oder aus Niederwaldungen gewonnen, einen größeren Festgehalt als Astholzwellen.

Der Festgehalt des Stockholzes wird um so größer, je höher die Stöcke über dem Boden abgeschnitten und je gröber dieselben zerspalten werden u. s. w.

Nadelholz besitzt meist einen etwas größeren Festgehalt als Laubholz, weshalb es sich empfehlen dürfte, in Nadelholzrevieren etwas höhere, in Laubholzrevieren etwas niedrigere Reduktionsfaktoren einzuführen.

C. Die Begrenzung des Schichtmaßes.

Sie wirkt, je nachdem man beiderseits eine oder zwei Stützen an dem Schichtmaße anbringt, ebenfalls auf den Festgehalt ein, indem die Dimensionen des Maßes durch zwei Stützen deshalb mehr begrenzt werden, weil man z. B. bei einer Stütze krumme Holzstücke mit der konkaven Seite nach außen legen kann. Es wird daher im allgemeinen, bei Anwendung von zwei Stützen auf jeder Seite, der Festgehalt ein etwas geringerer als im entgegengesetzten Falle sein. Gute Holzhauer-Instruktionen

*) Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs. Heft 1.

sollten daher auch in dieser Beziehung immer genaue Bestimmungen enthalten, um so eine größere Gleichmäßigkeit in die Maße zu bringen, ohne welche die Anwendung großer Durchschnittszahlen über den Festgehalt auf andere Verhältnisse immerhin gewagt bleibt.

4. Resultate über den Festgehalt des Schichtholzes.

§ 23.

Nachstehend (s. S. 126—129) folgen in übersichtlicher Zusammenstellung die Resultate der bezüglichen Untersuchungen des Vereines deutscher forstlicher Versuchsanstalten, wie solche ausführlich in meiner Schrift „Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde" bearbeitet worden sind.

5. Verwandlung der Raummeter in Festmeter.

§ 24.

Wie wir soeben gesehen haben, ist der Festgehalt des Schichtholzes je nach dem Sortimente ein sehr verschiedener. Er ist beim Scheitholz am größten, etwas weniger groß beim Prügelholz, noch kleiner beim Stockholz und am kleinsten beim Reisholz.

Will man nun Kenntnis von dem gesamten Festgehalt verschiedener Sortimente, etwa über das Fällungsergebnis eines Schlages, eines ganzen Reviers u. s. w. haben, so muß man die geschichteten Sortimente alle auf eine Maßeinheit, den Festmeter, reduzieren. Um nun diese Reduktionen vornehmen zu können, müssen die Reduktionsfaktoren für alle in der Wirtschaft vorkommenden Sortimente ein für allemal nach § 21 festgestellt werden.

Angenommen man habe sich in einem Waldgebiete über folgende Reduktionsfaktoren geeinigt:

1	Raummeter	Nutzholzscheite	= 0,8	Festmeter,
1	„	Brennstammscheite und -Prügel	= 0,7	„
1	„	Brennastscheite und -Prügel	= 0,6	„
1	„	Stockholz	= 0,5	„
100	Stück	Prügelwellen	= 3,6	„
100	„	Normalwellen	= 2,6	„
100	„	Reinigungs- und Astwellen	= 1,8	„

so kann mit Hilfe dieser Zahlen nun leicht das Fällungsergebnis eines Schlages oder eines ganzen Reviers in Festmetern ausgedrückt werden.

Resultate von Festgehaltsuntersuchungen des Holzes.

Sortiment	Zahl der untersuchten Raummeter	Durchschnittl. Scheiter- oder Knüppelzahl pro Rm.	Prozente des Raumgehalts			Die xylometrische Methode ergab	
			xylometrisch	stereometrisch	durchschnittlich	mehr	weniger
						Prozenteinheiten	
I. Nutzschichtholz.							
1. Nutzscheite.							
a) schwache, Laubholz	69	35	76	74	74	2	—
a) „ Nadelholz	34	35	79	77	77	2	—
Laub- und Nadelholz	103	35	77	75	75	2	—
b) starke, Laubholz	168	25	79	80	80	—	1
b) „ Nadelholz	167	27	81	80	80	1	—
Laub- und Nadelholz	335	26	80	80	80	0	0
2. Nutzknüppel.							
a) schwache, Laubholz	13	97	66	58	62	8	—
a) „ Nadelholz	11	113	76	68	71	8	—
Laub- und Nadelholz	24	105	70	63	66	7	—
b) starke, Laubholz	21	53	71	67	69	4	—
b) „ Nadelholz	18	62	79	73	76	6	—
Laub- und Nadelholz	39	57	75	69	72	6	—

II. Brennholz.							
1. Brennholzscheite.							
a) glatt und gerade, α) schwach: Laubholz	891	44	72	72	72	0	0
Nadelholz	2921	47	73	72	72	1	—
Laub- und Nadelholz	3812	45	73	72	72	1	—
a) glatt und gerade, β) stark: Laubholz .	577	28	76	76	76	0	0
Nadelholz .	1118	31	75	75	75	0	0
Laub- und Nadelholz	1695	29	75	75	75	0	0
b) knorrig u. krumm, α) schwach: Laubholz	309	44	65	65	65	0	0
Nadelholz	305	43	69	67	68	2	—
Laub- und Nadelholz	614	43	66	66	66	0	0
b) knorrig u. krumm, β) stark: Laubholz .	162	28	67	69	67	—	2
Nadelholz .	140	28	70	71	71	—	1
Laub- und Nadelholz	302	28	68	70	69	—	2
2. Brennholzknüppel.							
a) glatt und gerade, α) schwach: Laubholz	184	107	62	63	63	—	1
Nadelholz	346	114	72	67	67	5	—
Laub- und Nadelholz	530	110	66	66	66	0	0
a) glatt und gerade, β) stark: Laubholz .	276	57	73	69	70	4	—
Nadelholz .	419	65	76	72	73	4	—
Laub- und Nadelholz	695	60	75	71	72	4	—
b) krumm u. knorrig, α) schwach: Laubholz	60	95	58	55	57	3	—
Nadelholz	29	100	68	62	64	6	—
Laub- und Nadelholz	89	98	60	59	60	1	—
b) krumm u. knorrig, β) stark: Laubholz .	121	53	64	64	64	0	0
Nadelholz .	83	55	67	62	67	5	—
Laub- und Nadelholz	204	54	65	63	64	2	—

Resultate von Festgehaltsuntersuchungen des Holzes.

Sortiment	Zahl der untersuchten Raummeter	Prozente des Raumgehaltes			Die xylometrische Methode ergab	
		xylometrisch	stereometrisch	durchschnittlich	mehr	weniger
					Prozenteinheiten	
S. Brennreisig.						
A. in Raummetern.						
a) Reisknüppel.						
α) Stammreisig.						
Laubholz	147	53	52	53	1	—
Nadelholz	95	60	64	60	—	4
Laub- und Nadelholz	242	56	53	55	3	—
β) Astreisig.						
Laubholz	36	45	43	45	2	—
Nadelholz	46	48	54	48	—	6
Laub- und Nadelholz	82	47	48	47	—	1
b) Langreisig.						
α) Stammreisig.						
Laubholz	7	35	.	35	.	.
Nadelholz	28	52	.	52	.	.
Laub- und Nadelholz	35	48	.	48	.	.
β) Astreisig.						
Laubholz	158	16	—	16	—	—
Nadelholz	162	16	—	16	—	—
Laub- und Nadelholz	320	16	—	16	—	—
c) Abfallreisig.						
α) Stammreisig.						
Laubholz	11	24	.	24	.	.
Nadelholz	27	45	.	45	.	.
Laub- und Nadelholz	38	39	.	39	.	.
β) Astreisig.						
Laubholz	94	14	—	14	—	—
Nadelholz	362	13	—	13	—	—
Laub- und Nadelholz	456	13	—	13	—	—

Resultate von Festgehaltsuntersuchungen des Holzes.

Sortiment	Anzahl der untersuchten Wellen	Festgehalt für 100 Wellen: xylometrisch	Festgehalt für 100 Wellen: durchschnittlich	Bemerkungen
3. Brennreisig.				Alles in Wellen aufgearbeitete Brennreisig, sowie sämtliches Stockholz, wurde auf seinen Festgehalt nur xylometrisch untersucht, so daß hier eine Vergleichung der xylometrischen Methode mit der stereometrischen wegfällt. Für das Sortiment „Abfallreisig vom Stamm" ist der Festgehalt für 100 Wellen mit 3,01 Festmeter, im Verhältnis zu verwandten Sortimenten, offenbar etwas zu hoch. Wir halten nach angestellten Proberechnungen die Zahl 2,20 Festmeter für passender, im Falle man nicht vorzieht, dieses ziemlich bedeutungslose Sortiment noch weiter zu untersuchen.
B. in Wellenhunderten.				
a) Reisknüppel.				
α) Stammreisig.				
Laubholz	192	3,75	3,75	
Nadelholz	619	3,46	3,46	
Laub- und Nadelholz	811	3,53	3,53	
β) Astreisig.				
Laubholz	348	2,53	2,53	
Nadelholz	2974	2,17	2,17	
Laub- und Nadelholz	3322	2,21	2,21	
b) Langreisig.				
α) Stammreisig.				
Laubholz	545	2,73	2,73	
Nadelholz	252	2,74	2,74	
Laub- und Nadelholz	797	2,73	2,73	
β) Astreisig.				
Laubholz	1793	1,90	1,90	
Nadelholz	2664	1,87	1,87	
Laub- und Nadelholz	4457	1,88	1,88	
c) Abfallreisig.				
α) Stammreisig.				
Laubholz	59	2,85	2,85	
Nadelholz	357	3,04	3,04	
Laub- und Nadelholz	416	3,01	3,01	
β) Astreisig.				
Laubholz	448	1,64	1,64	
Nadelholz	442	2,05	2,05	
Laub- und Nadelholz	890	1,83	1,83	
4. Stockholz.				
a) stark, mit wenig Wurzelholz	Raummeter			
Laubholz	69	43	43	
Nadelholz	263	48	48	
Laub- und Nadelholz	332	47	47	
b) schwach, m. viel Wurzelholz				
Laubholz	8	42	42	
Nadelholz	159	46	46	
Laub- und Nadelholz	167	46	46	

Beispiel: In einer Waldabteilung ist folgendes Holz angefallen:

Stammholz	= 160	Festmeter
Nutzscheite	= 20	Raummeter
Brennstammscheite und Stammprügel	= 90	„
Brennastscheite und Astprügel	= 15	„
Stockholz	= 120	„
Normalwellen	= 24	Hundert,

so macht dies auf Festmeter reduziert:

Stammholz			= 160,0	Festmeter
Nutzscheitholz	= 20	× 0,8	= 16,0	„
Stammscheit- und Prügelholz	= 90	× 0,7	= 63,0	„
Astscheit- und Prügelholz	= 15	× 0,6	= 9,0	„
Stockholz	= 120	× 0,5	= 60,0	„
Normalwellen	= 24	× 2,6	= 62,4	„
		Zusammen	= 370,4	Festmeter.

Bildete dagegen in einem Lande oder Forstbezirke der Raummeter (Ster) die Rechnungseinheit, dann müßten die Anzahl Festmeter (Lang- und Klotzholz) in Raummeter nach gesammelten Erfahrungszahlen umgerechnet werden. Wäre z. B. aus Festgehaltsuntersuchungen bekannt, daß 70 fm = 100 rm Scheitholz lieferten, dann wäre 1 fm = 100 : 70 = = 1,45 Ster, wonach dann leicht jede beliebige Anzahl Festmeter in Stere Scheitholz umgerechnet werden könnten.

Zweites Kapitel.

Schätzung und Berechnung stehender Bäume.

Vorbemerkungen.

§ 25.

Nicht immer findet man sich in der günstigen Lage, den Inhalt einzelner Bäume in gefälltem Zustande berechnen zu können; manchmal handelt es sich auch darum, den Inhalt *stehender* Bäume ohne größeren Zeitaufwand sicher anzusprechen. Diese Aufgabe wurde bis jetzt noch nicht vollständig gelöst, wird auch vielleicht nie ganz gelöst werden, so viel Mittel und Wege man auch schon in Vorschlag gebracht hat und künftig möglicherweise noch in Vorschlag bringen wird.

Wenn auch die Form liegender Bäume von der Form stehender nicht abweicht, so liegt die Schwierigkeit, stehende Bäume mathematisch genau zu kubieren, doch in der Unmöglichkeit, die zur Berechnung dienenden Dimensionen mit derjenigen Schärfe bestimmen zu können, wie dies beim liegenden Baume möglich ist, welcher mit allen seinen Teilen zur bequemen Messung vor dem Taxator liegt.

Wenn es auch möglich ist, mit besonders dazu konstruierten Instrumenten die Durchmesser eines Stammes in verschiedenen Höhen mit genügender Genauigkeit zu ermitteln, so können sich diese Messungen doch nur auf jenen Teil des Schaftes beziehen, welcher vom Boden aus noch deutlich übersehen werden kann, nicht aber auf den schon mit Ästen und Zweigen bedeckten Stammteil. Noch weniger aber ließen sich direkte Messungen an Zweigen, Ästen und dem in der Erde stehenden Stocke vornehmen. Es wird sich daher die kubische Berechnung *stehender* Bäume nie auf ausschließliche *Rechnung*, gestützt auf direkte Messung, sondern immer auch auf teilweise *Schätzung* unmeßbarer Baumteile gründen können und müssen. Die unter den günstigsten Verhältnissen

erreichbaren Resultate werden stets den aus liegenden Bäumen gewonnenen Ergebnissen nachstehen.

Obgleich, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, uns die forstliche Baummeßkunde eine vielleicht unverbesserliche Lücke zu zeigen scheint, so äußert letztere doch auf die praktischen Zwecke der Holzmassenaufnahme keinen störenden Einfluß, indem die Fälle kaum nennenswert sind, in welchen man eine vollständig richtige Inhaltsbestimmung stehender einzelner Bäume bedarf. Bei weitem die wichtigste Aufgabe der Holzmassenaufnahme beruht in einer genauen Ermittelung der Bestandesmassen, und diese kann, wie später gezeigt werden wird, auf anderem Wege befriedigend gelöst werden.

Nur wenn einzelne Holz-Konsumenten außer der gewöhnlichen Fällungszeit einzelne Stämme von gewissen Dimensionen und Inhalten verlangen sollten, kann der Forstmann, um nicht unnötige Fällungen zu veranlassen, in die Lage kommen, die Dimensionen und damit den Inhalt derselben in stehendem Zustande bis zu einem gewissen Grad von Genauigkeit angeben zu müssen. Für derartige und ähnliche Fälle reicht man aber mit einfacheren Hilfsmitteln, wie sie später gelehrt werden sollen, vollständig aus.

I. Die nötigen Hilfsmittel und Instrumente.

1. Die Baumhöhenmesser.

§ 26.

Obgleich die bei der Ausmessung liegender Stämme nötigen Instrumente auch hier teilweise in Gebrauch kommen (denn es dienen Baumkluppe und Baumzirkel zur Messung der Durchmesser, Meßbänder zur Aufnahme der Baumumfänge), so sind zur Messung der Baumhöhe (Scheitelhöhe — Entfernung vom Stockabschnitt bis zum äußersten Gipfel) oder zur Bestimmung der Entfernungen vom üblichen Stockabschnitte bis zu einer gewissen Stelle des Schaftes, besonders für diese Zwecke konstruierte Baumhöhenmesser (Hypsometer), welche die Höhe der Bäume in möglichst einfacher Weise bis auf mindestens 1 m genau angeben müssen, ganz unentbehrliche Instrumente.

Die Zahl der hierher gehörigen Erfindungen, welche teils aus freier Hand, teils auf Stativen befestigt gebraucht werden, wurden noch bis auf die neueste Zeit vermehrt, so daß man mit der Beschreibung und Gebrauchsanweisung derselben ein ganzes Heft ausfüllen könnte. Wir

beschränken uns daher hier umsomehr nur auf wenige Instrumente, als man auch schon mit einfacheren und billigen Höhenmessern (Faustmann, Weise, Klaußner, Bose u. s. w.) für die gewöhnlichen Fälle forstlicher Praxis vollständig ausreicht.

A. Das Messen der Baumhöhen mittelst Stäben.

Man wähle sich in beliebiger Entfernung von dem Baume einen Punkt F, von welchem sowohl nach der Spitze B, als dem Fuße A des Baumes gesehen werden kann, und stecke in denselben einen ca. 1,5 m langen Stab CF lotrecht ein (Fig. 49). Hierauf stecke man in gerader Richtung nach dem Baume, etwa in einer Entfernung von 2 m, einen zweiten Stab cf, welcher länger als CF sein muß, ebenfalls lotrecht ein, visiere nun von C nach B und dann von C nach A, und merke sich genau die Punkte b und a, wo die Visierlinien CB und CA den Stab cf durchschneiden.

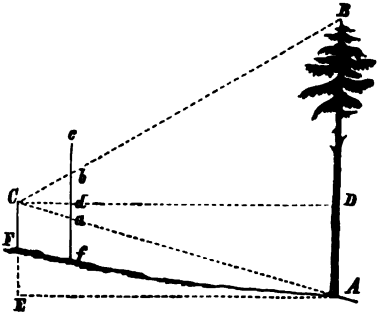


Fig. 49.

Der lotrechte Stab cf hat nun zu dem ebenfalls lotrechten Baume AB eine parallele Stellung, es müssen daher die Dreiecke Cab und CAB ähnlich sein, und da in ähnlichen Dreiecken die den gleichen Winkeln gegenüberliegenden Seiten in Proportion stehen, so kann man setzen:

$$Cd : ab = CD : AB \text{ oder}$$

$$AB = \frac{ab \,.\, CD}{Cd}.$$

Die unbekannte Höhe AB ist nun in lauter bekannten Größen ausgedrückt, denn es können CD = AE, d. h. die horizontale Entfernung des Punktes F von A (die sogenannte Standlinie) und Cd d. h. die direkte Entfernung der beiden Stäbe von einander, sowie ab, leicht gemessen werden.

Beispiel: Es sei Cd = 2 m, ab = 1,6 m und CD = 25 m, so ist

$$AB = \frac{CD \,.\, ab}{Cd} = \frac{25 \times 1{,}6}{2} = 25 \times 0{,}8 = 20 \text{ m}.$$

Diese Methode wird natürlich jetzt nur noch da angewendet, wo man sich nicht augenblicklich in den Besitz eines wirklichen Baumhöhenmessers setzen kann.

B. Höhenmessung mittelst eines rechtwinkeligen gleichschenkeligen Dreieckes.

Die gleichen Seiten ae und ce des rechtwinkeligen Dreieckes ace, welches von Holz oder Pappe angefertigt wird, Fig. 50, können eine Länge von 0,1—0,2 m besitzen. Bei dem Gebrauche stellt man sich beiläufig in der Entfernung des zu messenden Baumes und wo möglich in gleicher Höhe mit dem Fußpunkte desselben auf, und bringt die Spitze c des Dreieckes ace in einer solchen Stellung an das eine Auge, daß die eine Seite ae vertikal, die andere ce aber horizontal zu liegen kommt. Nun visiert man scharf an der Kante ca der Hypotenuse des Dreieckes hin und nähert oder entfernt sich so lange von dem Baume, bis die Visierrichtung ca genau mit der Spitze A des Baumes zusammenfällt. Schließlich sieht man auch noch an der horizontalen Kante ce des Dreieckes nach dem Baumstamme hin und merkt sich den Punkt E, wo die Visierlinie einschneidet. Da nun, wie leicht einzusehen, die Dreiecke cae und cAE ähnlich sind, so hat man zur Bestimmung des größten Teiles AE der Baumhöhe folgende Proportion:

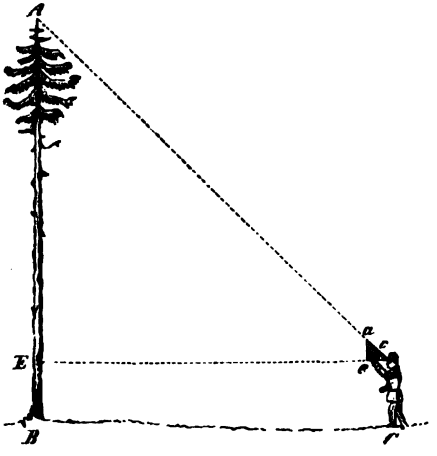


Fig. 50.

$$ce : ae = cE : AE \text{ oder}$$

$$AE = \frac{ae \cdot cE}{ce}$$

und da der Voraussetzung nach ae = ce ist, so muß auch AE = cE sein, d. h. man findet jede beliebige Höhe AE, wenn man die horizontale Entfernung vom Fußpunkte des Baumes bis zum Standpunkte des Beobachters mißt.

Wird zu dieser Entfernung noch das leicht meßbare Stückchen BE hinzu addiert, so ergiebt sich die ganze Baumlänge AB.

Um sich von der richtigen Haltung des Dreieckes ace besser überzeugen zu können, kann bei a noch ein kleines Lot befestigt werden, dessen Faden bei richtiger Stellung scharf an der Kante ae hingleiten muß.

Diese Methode, Höhen zu messen, hat das für sich, daß man sich das Dreieck in Ermangelung eines besseren Instrumentes unter Umständen

selbst (etwa aus Pappe) fertigen kann, und daß auch der Vorgang sehr einfach ist. Die Resultate sind zwar für gewöhnliche Fälle der Praxis hinreichend genau, immerhin ist der Gebrauch eines wirklichen Höhenmessers vorzuziehen.

C. Der Mayer-Hoßfeld'sche Höhenmesser.

Derselbe besteht aus zwei mit einander verbundenen Linealen AB, BC und einem Stabe DE, Fig. 51, welche von Messing so angefertigt werden können, daß sich der Stab DE etwa an seinem unteren Ende E auf ein einfaches Stockstativ aufschrauben läßt. Das Lineal AB kann in einer Nute bei F in dem Stabe DE hin- und hergeschoben werden und

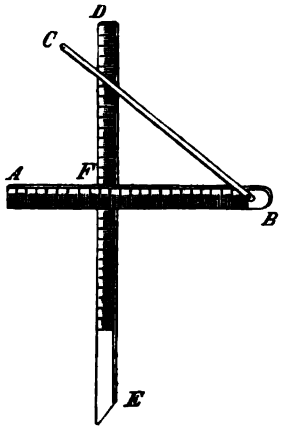


Fig. 51.

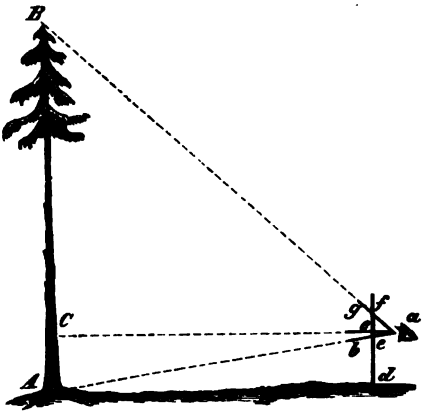


Fig. 52.

ist auf der einen Seite von B nach A hin in 100 bis 200 gleiche Teile geteilt. Teile derselben Länge sind auch auf dem Stabe DE von dem Punkte F aus aufwärts und abwärts aufgetragen und fortlaufend beschrieben. Das Lineal BC, an welchem kleine Diopter angebracht sind, dient zum Visieren nach der Spitze und dem Fuße des Baumes. Das Instrument selbst (ohne Stockstativ) kann, in Messing ausgeführt, zum Taschengebrauch eingerichtet werden.

Soll nun mit diesem Instrumente die Höhe eines Baumes gemessen werden, so stelle man dasselbe in einer der Höhe des Baumes nahe gleichkommenden Entfernung und an einer solchen Stelle auf, daß man die Spitze und den Fuß des Baumes überblicken kann und das Lineal ac (Fig. 52) eine horizontale, der Stab df eine vertikale Stellung erhält. Hierauf messe man die Linie vom Fuße des Baumes bis zum Fußpunkte des Messenden horizontal in Metern ab und verschiebe alsdann das ge-

teilte Lineal ſo, daß das Stück a c gerade ſo viele Teile als die gemeſſene Linie Meter enthält. Viſiert man nun zunächſt über das bewegliche Lineal a g nach dem Gipfel B des Baumes, ſo kann man die Höhe B C bei f auf dem geteilten Stabe e f in Metern ableſen; bringt man hierauf das Lineal a g in die Lage a b, indem man nach dem Fuße A viſiert, ſo zeigt das Stückchen c e auf dem geteilten Stabe e f noch die Höhe von A bis C in Metern. Werden die Beträge c f und c e addirt, ſo erhält man die Höhe des ganzen Baumes.

Die Richtigkeit dieſes Verfahrens wird gerade wie die Höhenmeſſung mittelſt Stäben bewieſen (§ 26. A). Die Dreiecke a A B und a e f ſind nämlich ähnlich; iſt nun die Standlinie a C = n Einheiten (Meter), ſo iſt, wenn man die Länge eines Teilſtrichelchens = α ſetzt, a c = n . α, ebenſo c f = p . α, daher auch

$$a c : c f = a C : B C \text{ oder}$$

$$B C = \frac{a C . c f}{a c} = \frac{n . p . \alpha}{n . \alpha} = p \text{ Einheiten oder Meter.}$$

Es bedarf kaum noch der Erwähnung, daß, wenn man ſich unter dem einzelnen Teilſtrichelchen 0,25 m denkt und die Entfernung des Baumes bis zum Inſtrumente ebenfalls in 0,25 m mißt, man auch die Höhe des Baumes bis auf 0,25 m genau finden kann.

D. Der Höhenmeſſer von Klaußner.*)

Der Klaußner'ſche Höhenmeſſer fällt im Prinzip mit dem ſoeben beſchriebenen Hoßfeld'ſchen Höhenmeſſer zuſammen, vereinigt in ſich aber ſo viele Vorzüge, daß er ſich wenigſtens in Bayern bereits einer großen Beliebtheit erfreut und darum wohl verdient hier kurz beſchrieben zu werden.

Der Höhenmeſſer, welcher, Fig. 53, in $^1/_2$ der natürlichen Größe dargeſtellt iſt, beruht, wie andere auch, auf der Ähnlichkeit der Dreiecke, nur gehört zur Höhenbeſtimmung nach Klaußner nur eine Ableſung, während bei den Höhenmeſſern von Hoßfeld, Winkler, Fauſtmann, Weiſe u. ſ. w. immer zwei Ableſungen an dem Inſtrumente ſtattfinden müſſen. Das ganze Inſtrument beſteht aus Metall und beſteht zunächſt aus einem Lineale A B mit der Standlinienſkala oder Baſis. Obgleich die Größe

*) Zuerſt beſchrieben in dem von mir redigierten Forſtwiſſenſchaftlichen Centralblatt 1883, Seite 483 u. f. In verbeſſerter, jetzt zu beſchreibender Geſtalt, in demſelben Blatt, Jahrgang 1884, Seite 395 u. f. — Klaußner iſt Oberforſtrat im Kgl. Staatsminiſterium der Finanzen in München.

der Teilſtriche der Skala gleichgültig iſt, ſo iſt die Teilung an dem Inſtrumente doch ſo angebracht, daß die Länge einer Einheit = 2 mm, einer halben Einheit 1 mm beträgt. Die Höhen können daher direkt auf $^1/_2$ m genau abgeleſen werden. An einem Ende A iſt ein zur Anviſierung des Fußes und Gipfels des Baumes dienendes drehbares Okular c, am andern Ende B ein Objektiv b angebracht, welches auf den Fußpunkt des zu meſſenden Baumes eingeſtellt werden kann.

Um eine im Nullpunkt der Standlinienſkala liegende Achſe läßt ſich das Viſierlineal A E durch die Schraube K beliebig heben und ſenken

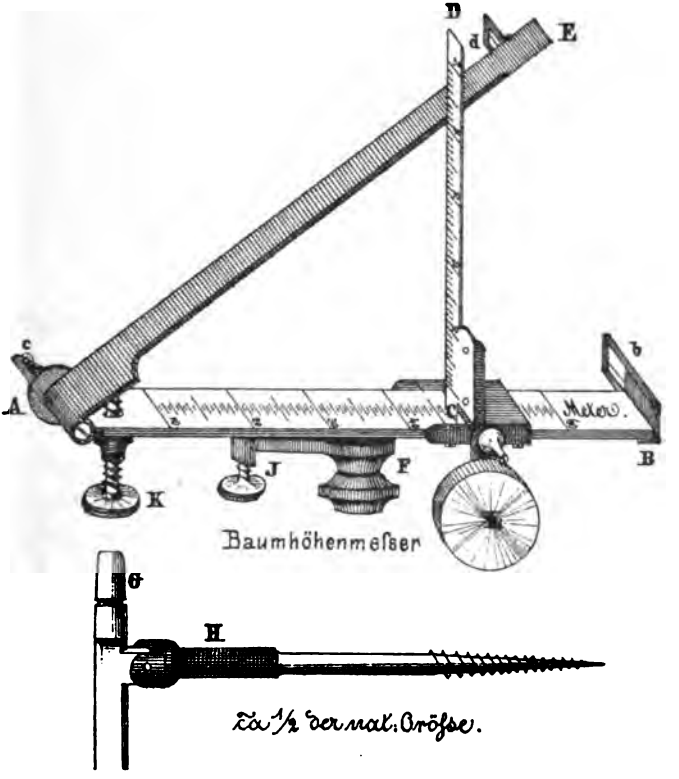


Fig. 53.

und mittelſt der Viſiere c und d in den Gipfel des zu meſſenden Baumes einſtellen.

Die wie ein Pendel ſchwingende Höhenſkala C D iſt um eine bei C liegende Achſe leicht beweglich und ſtellt ſich ſelbſt bei windigem Wetter durch ein am unteren Ende angebrachtes Gewicht L nach wenigen Schwingungen von ſelbſt lotrecht, d. h. parallel zu der Achſe des zu

messenden Baumes. Diese Einrichtung ist ebenso einfach, wie sinnreich und verdient vor allen ähnlichen Vorrichtungen, welche die Lotlinie durch vom Winde leicht bewegliche „Senkel“ herstellen müssen, unbedingt den Vorzug.

Weiter kann die Höhenskala CD durch ein Charnier an der Basislinie AB beliebig hin- und hergeschoben und genau auf die vorher zu messende Standlinie (direkte Entfernung des Baumes bis zum Fußpunkte des Messenden) eingestellt werden. Zur Befestigung des Instrumentes, welches nicht aus freier Hand gebraucht werden kann, dient die Baumschraube H mit dem Zapfen G, auf welche dasselbe bei F aufgesteckt und befestigt werden kann. Mittelst der Baumschraube H, welche das Stativ ersetzen soll, kann das Instrument an einen benachbarten Baum oder an einen einzurammenden Pfahl u. s. w. befestigt und jede beliebige Bewegung und Stellung ersterem erteilt werden. Die grobe Bewegung erfolgt nämlich durch die mit einem Kniegelenke versehene Baumschraube selbst, die feine durch die auf der unteren Seite der Basislinie AB angebrachte Mikrometerschraube J. Die Baumschraube kann jedoch auf Wunsch auch durch ein Stockstativ oder einfaches dreifüßiges Stativ ersetzt werden, und wird dann das Instrument direkt auf dieses aufgesteckt.

Bedingung bei der Anfertigung des Instrumentes ist natürlich auch hier, daß die Teilstriche auf der Basislinie AB und der Höhenskala CD genau dieselbe Länge haben.

Der Gebrauch dieses Instrumentes ist nun sehr einfach. Man wählt einen Standpunkt, von dem aus man Fuß und Gipfel des zu messenden Baumes bequem sehen kann, und schraubt das Instrument an einen passenden Baum oder einzustoßenden Pfahl an oder steckt es auf das etwa vorhandene Stativ auf. Hierauf stellt man den beweglichen Höhenstab CD auf die gemessene Standlinie, das Visier cb an der Basislinie AB auf den Fußpunkt (Stockabschnittstelle) des zu messenden Baumes ein und bewegt mittels der Schraube K das Visierlineal AE so lange aufwärts, bis man in dem Visier cd den Gipfel des Baumes erblickt. An dem Schnittpunkt des Visierlineals und des Höhenstabs wird dann an letzterem die ganze Länge des Baumes direkt in Metern und halben Metern abgelesen. Additionen und Subtraktionen der Ablesungen nach dem Fuße und Gipfel werden also hier vermieden, weil, Fig. 52, nicht wie bei dem Hoßfeld'schen Höhenmesser die ähnlichen Dreiecke acf und aCB, sowie ace und aCA, sondern die Dreiecke afe und aBA direkt in Proportion gesetzt werden. Deshalb wird aber auch bei dem Klaußner-

schen Höhenmesser nicht die mittels Staffelmessung gewonnene horizontale Standlinie a C, Fig. 52, sondern die schiefe Linie a A vom Augenpunkt bis zum Fußpunkt des Baumes gemessen und an dem Instrumente eingestellt.

Stellt man sich aber so auf, daß der Augenpunkt a mit dem Fußpunkt des Baumes A nahezu eine horizontale Linie bildet oder a nur wenig (1—1,5 m) höher als A liegt, dann kann man, was sogar vorzuziehen, ohne einen Fehler von praktischer Bedeutung zu begehen, die bequemer zu messende Linie d A statt e A messen. Nimmt man die Instrumentenhöhe e d = 1,4 m und die nahezu horizontale Standlinie A d = 40 m, dann ist $A e = \sqrt{1{,}4^2 + 40^2} = \sqrt{1601{,}96} = 40{,}02$ m; d. h. die Differenz zwischen beiden Standlinien beträgt nur 2 cm, eine für die vorliegenden Zwecke verschwindend kleine Größe. Es empfiehlt sich daher den Standpunkt immer möglichst in derselben Höhe wie den Fußpunkt zu nehmen und die Standlinie dann direkt vom Fußpunkt des Messenden bis zum Fußpunkt des Baumes zu nehmen. Wäre dieses einmal nicht ausführbar, dann liefert allerdings die Messung vom Augenpunkt bis zum Fußpunkt des Baumes theoretisch richtigere Resultate.

Das sehr empfehlenswerte Instrument mit Baumschraube oder Stockstativ und Etui liefern die Mechaniker Fichtner & Kollmann in München um den Preis von 40 Mk.; mit dreifüßigem, zusammenlegbaren Stativ um 10 Mk. mehr.

E. Der Höhenmesser von Winkler.

Der Höhenmesser von Winkler*) war früher namentlich unter den Forstwirten Österreichs vielfach verbreitet; er liefert ziemlich befriedigende Resultate, und gestattet auch ein Messen der Durchmesser an stehenden Bäumen in beliebigen Höhen, wird aber vom Klaußner'schen Instrumente weit übertroffen.

Denkt man sich unter a b c d ein rechteckiges, 16 cm langes und etwa 9 cm breites Brettchen (Fig. 54), auf demselben die Linie s v senkrecht auf c d und a b gezogen, in dem Punkte s ein Lot s i vertikal und parallel zu A B herabhängend, und endlich a D (gleich der horizontal zu messenden Standlinie A C) horizontal, so müssen, wie leicht einzusehen, die Dreiecke a B D und s v w ähnlich sein und es besteht folgende Proportion:

$$a D : D B = s v : v w.$$

Wird nun die Linie s v in eine gewisse Anzahl z. B. n (80) gleiche Teile geteilt, werden ferner dieselben Teile von s nach i, von v nach w und von v nach c hin so oft es geht aufgetragen, endlich die Größe eines

*) Früher Professor an der Forstakademie Mariabrunn bei Wien.

ſolchen Teiles = α geſetzt, ſo iſt die Länge von s v ausgedrückt durch n . α, dem analog s w = m . α und v w = p . α. Nimmt man nun die meßbare Standlinie a D = C A = n Meter an und ſubſtituiert dieſe Werte in obige Proportion, ſo wandelt ſie ſich um in:

$$n : DB = n . \alpha : p . \alpha, \text{ d. h. es iſt:}$$

$$DB = \frac{n . p . \alpha}{n . \alpha} = p \text{ Meter.}$$

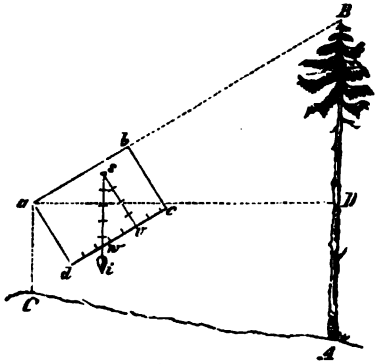


Fig. 54.

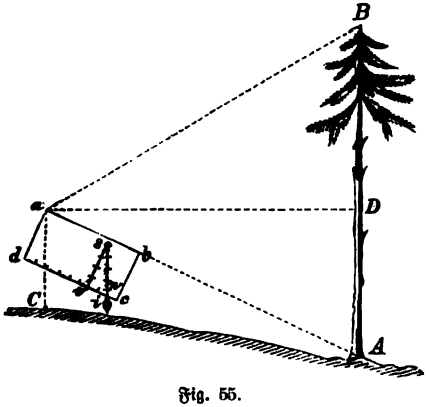


Fig. 55.

Beträgt demnach die Standlinie a D gerade ſo viele Meter, als die Linie s v Intervalle zählt, ſo kann die Höhe eines Gegenſtandes D B immer an der Linie c d direkt in Metern abgeleſen werden, d. h. es iſt v w die verjüngte Länge von B D.

Wünſcht man die Höhe in halben Metern, ſo mißt man die Standlinie A C (natürlich in horizontaler Projektion) in halben Metern, denkt ſich unter den einzelnen Intervallen an der Linie s v ebenfalls halbe Meter und erhält dann auch die an der Linie c d abzuleſende Höhe v w in den gleichen Maßeinheiten.

Auf die ſoeben beſchriebene Weiſe erhält man nur das Stück B D der Baumhöhe. Um nun noch das Stück A D zu finden, viſiert man an der Kante a b des Brettchens a b c d, Fig. 55, nach dem Fußpunkte A des Baumes. Das Senkel s i wird nun nicht mehr, wie in Fig. 54, zwiſchen v und d, ſondern zwiſchen v und c ſchwingen, jedenfalls aber, nachdem es zur Ruhe gekommen, eine parallele Lage zu dem vertikal gedachten Baume A B haben. Wie leicht einzuſehen, ſind die Dreiecke a A D und s w v ähnlich, die Standlinie a D der Natur

entspricht wieder der Linie s v am Brettchen, ebenso wird dem Teile A D der Baumhöhe der Betrag v w am Instrumente entsprechen.

Beträgt daher die Standlinie a D gerade so viele Meter, als die Linie s v Intervalle zählt, so kann auch hier die Länge A D in denselben Längeneinheiten an v w abgelesen werden.

Nach dieser Idee wurde der Winkler'sche Höhenmesser in verschiedener Gestalt ausgeführt.

Die nebenstehende Fig. 56 stellt denselben in $^1/_4$ der Natur vor, wie er von Mechanikus J. Schablaß in Wien von besonderer Schönheit und Eleganz gefertigt wird. Er besteht aus einem 16 cm langen, 9 cm breiten und 2 cm hohen Kästchen, die Flächen B C und A B C D, auf welch letzterer sich die Einteilung befindet, sind von Messing, die übrigen

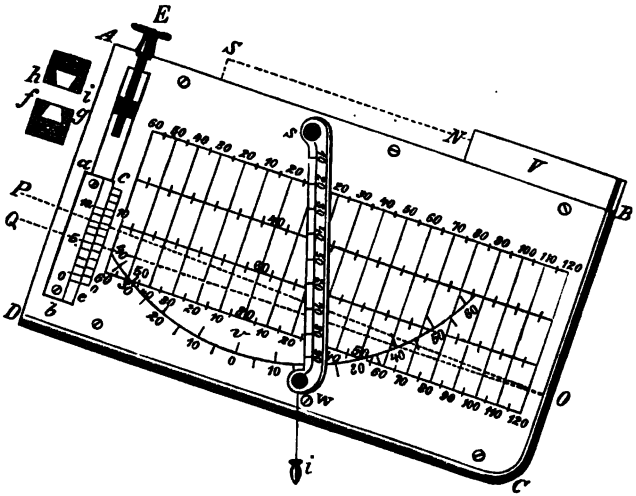


Fig. 56.

Seiten jedoch nur aus schön poliertem hartem Holze. Die Seitenfläche A B C D ist durch eine Linie s v, welche senkrecht auf A B und C D steht, in dem Verhältnisse 1 : 2, s v selbst aber von dem Punkte s aus wieder in vier gleiche Teile geteilt.

In den so erhaltenen Teilungspunkten 20, 40, 60 und 80 der Linie s v sind Senkrechte errichtet, sodann auf die obere und untere derselben zu beiden Seiten der Linie s v die gleichen Teile s 20 so oft als es geht aufgetragen, ein jeder solcher Teil nochmals in vier gleiche Teile geteilt, und immer die zweiten Teilungspunkte, wie die Figur zeigt, beschrieben und mit einander verbunden. Mittelst eines Schräubchens s ist

noch ein messingenes kleines Lineal s w mit dem Lote i befestigt, welches bei vertikaler Stellung der Ebene A B C D frei wie ein Pendel schwingt und nach eingetretener Ruhe eine vertikale Linie vorstellt. Die Visierlinie wird endlich durch die Spitze eines kurzen Stiftes S (oder durch einen Objektivfaden) und eine bei B angebrachte Okularritze so hergestellt, daß diese parallel zu A B, resp. C D geht. Während der Ruhe oder des Transportes wird das Lot in die Röhre V bei N eingesteckt.

Was die Anwendung dieses Instrumentes, welches ohne Stativ gebraucht wird, anlangt, so drücken die auf der Linie s v befindlichen Zahlen die sogenannten Standlinien, d. h. die horizontalen Entfernungen zwischen dem Messenden und dem Fuße des Gegenstandes aus, dessen Höhe ermittelt werden soll.

Je nachdem daher die Standlinie 20, 40, 60 oder 80 Längeneinheiten (Meter oder halbe Meter) beträgt, werden die Höhen an der ersten, zweiten, dritten oder vierten Horizontallinie, und zwar immer an derjenigen Stelle abgelesen, wo das Lineal s v mit seiner scharfen Kante gerade anliegt. Wäre z. B. die Standlinie 60 Einheiten gewesen, so würde bei der gegenwärtigen Stellung des Instrumentes die Höhe 20 Einheiten, bei 80 Einheiten Standlinie aber 26 solcher Einheiten betragen.

Schon aus der Zeichnung, insbsondere aber aus den Figuren 54 und 55, geht hervor, daß Höhen immer in der Richtung von v nach C, Tiefen aber in der Richtung von v nach D hin abgelesen werden.

Will man nun die Höhe eines Baumes bestimmen, so mißt man zunächst eine schickliche Standlinie von 20, 40, 60 oder 80 halben Metern (wenn ganze Meter nicht genau genug wären), von deren Ende die Spitze und der Fuß des Baumes sichtbar ist. Befindet sich nun das Auge des Beobachters höher als der Fußpunkt des Baumes, so sieht man zuerst durch die Visiervorrichtung B S nach der Spitze und liest die Einheiten auf der Seite v C an der richtigen Stelle ab. Die erhaltene Zahl betrage beispielsweise 47. Hierauf visiert man nach dem Fuße des Baumes, wobei das Lot jetzt eine Stellung zwischen v und D annehmen wird, und merkt sich auch diesen Betrag z. B. 11. Werden endlich beide Ablesungen addiert, so hat man 47 + 11 = 58 Einheiten = 58 halbe Meter = 29 m als Gesamthöhe des Baumes.

Liegt jedoch der Visierpunkt des Beobachters tiefer als der unterste Punkt des Baumes, so wird sich in beiden Visuren, nach dem Gipfel und nach dem Fuße, das Lot s i nach ein und derselben Seite, nämlich gegen v C hin neigen, und man wird in diesem Falle die richtige Höhe erhalten,

wenn man die kleinere abzuleſende Zahl von der größeren abzieht. Hieraus ergiebt ſich folgende Regel:

Kommt bei dem Anviſieren das Lineal sw auf beide Seiten der Linie sv zu liegen, ſo werden die Zahlen addiert; verbleibt dieſes jedoch nur auf einer Seite der Linie sv, ſo wird die kleinere Zahl von der größeren abgezogen, wenn man die Höhe eines Gegenſtandes oder eines Teiles desſelben haben will.

Da die Teilung an dem Inſtrumente nur bis auf fünf Einheiten durchgeführt iſt, ſo werden die einzelnen Teile nach dem Augenmaße eingeſchätzt.

Der Winkler'ſche Höhenmeſſer dient auch zum Meſſen der Baumdurchmeſſer an jeder beliebigen Stelle des ſtehenden Baumes. Es ſind zu dieſem Zwecke die noch aus der Fig. 56 erſichtlichen Vorrichtungen angebracht, auf welche wir im folgenden Paragraphen zurückkommen werden.

Wer ſich für eine vollſtändige Beſchreibung und Gebrauchsanweiſung des Winkler'ſchen Dendrometers intereſſiert, der leſe nach in Winkler's „Anleitung zur Konſtruktion und dem Gebrauche eines einfachen Taſchen-Dendrometers. Zweite ganz umgearbeitete Auflage. Wien 1846".

Im Jahr 1864 hat F. Großbauer, damals Profeſſor an der k. k. Forſtakademie zu Mariabrunn, an dem Winkler'ſchen Dendrometer einige Abänderungen angebracht, denſelben mit einem Stativ, einer Waſſerwage u. ſ. w. verſehen, wodurch das Inſtrument jetzt auch zum Abſtecken rechter Winkel, zur Aufnahme kleiner Flächen, zur Tracierung von Waldwegen und anderen Nivellierarbeiten brauchbar geworden iſt. Das ſo abgeänderte Inſtrument fertigt Mechaniker J. Schablaß in Wien ſamt Libelle und Etui um zirka 30 fl. öſt. Währ. Mehr kann darüber nachgeleſen werden in der Schrift: F. Großbauer, das Winkler'ſche Taſchen-Dendrometer neueſter Konſtruktion. Wien 1864. Verlag von Wilh. Braumüller.

F. Der Spiegelhypſometer von Fauſtmann. *)

Derſelbe ſoll einige Mängel an älteren Höhenmeſſern beſeitigen, er enthält in der That mehrere weſentliche Verbeſſerungen und iſt für den praktiſchen Gebrauch wegen ſeiner hinreichenden Genauigkeit, Einfachheit und Billigkeit zu empfehlen. Er beſitzt Brieftaſchenformat, kann ohne Stativ gebraucht werden, hat ein ähnliches rechteckiges Brettchen A B C D von 18,5 cm Länge und 8 cm Breite, wie das Winkler'ſche Inſtrument, und iſt ſo konſtruiert, daß er in der Ruhe bequem in ein einfaches Papp-

*) Dieſer Höhenmeſſer wird von Mechanikus Tesdorpf in Stuttgart in Holz und Metall ausgeführt und iſt von demſelben leicht zu beziehen.

deckelfutteral geſteckt und in der Rocktaſche nachgetragen werden kann. Außer dem rechtwinkeligen hölzernen Brettchen ABCD (Fig. 57) beſitzt der Hypſometer noch eine Dioptervorrichtung ab, eine Höhenſkala CDh, einen Beobachtungsſpiegel E und ein an dem Schieber e angehängtes Senkel gS.

Die Diopter dienen zum Einviſieren der Höhenpunkte, und beſtehen aus einer Okularöffnung a und einem mit einem Roßhaare geſpannten Objektiv b. Beide ſind von Meſſing und zum Umlegen auf das Brettchen eingerichtet.

Die Höhenſkala CDh, deshalb ſo genannt, weil an ihr die Höhen direkt abgeleſen werden, iſt parallel zur Viſierrichtung ab am

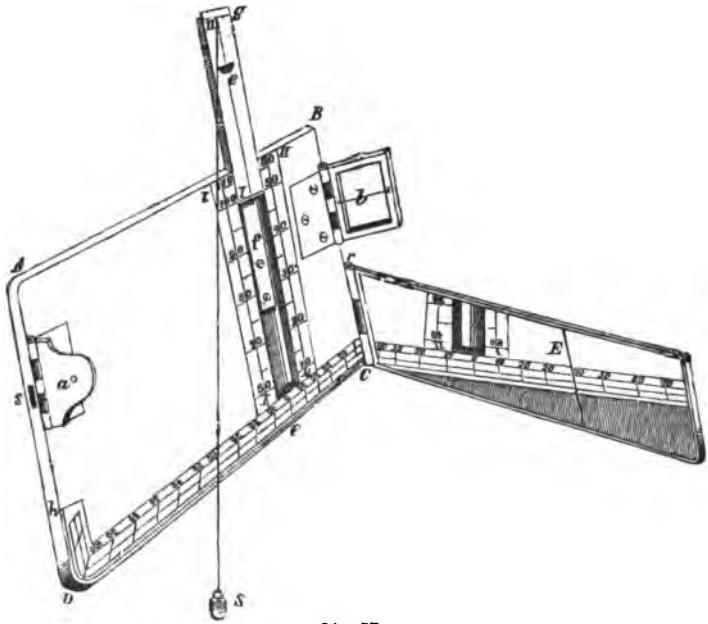


Fig. 57.

unteren Rande CD des Brettchens aufgeklebt, und ſetzt ſich von da aus nach Dh hin noch ein Stück weiter fort. Dieſe Skala beſteht aus einem ſchmalen mit durchſichtigem Firniß überzogenen Papierſtreifen, und iſt bei der neueſten auch für Metermaß eingerichteten Konſtruktion in 1 mm lange vollkommen gleiche Teile in der Art geteilt, daß ſie, von dem Nullpunkt e an gerechnet, 150 Teile in der Richtung von e nach D hin und 50 Teile von e nach C hin enthält. Die Teilſtriche ſind diametral von einem Punkte g aus gezogen, welcher in der Ebene des Brettchens ſenk-

recht über dem Nullpunkte e um 100 Skalastriche von demselben entfernt liegt. In der Figur sind die Teilstriche nur von 10 zu 10 gezogen, in der Wirklichkeit ist aber ein jedes solches Intervall nochmals in 10 Teile geteilt. Will man die Baumhöhe in Fußen messen, so stellt an der Höhenskala jedes Teilstrichelchen einen solchen vor. Wünscht man dagegen die Höhe in Metern, so bilden fünf Teilstriche einen Meter, so daß das Instrument eine Ablesung bis 0,2 m Höhe gestattet. An den neueren Instrumenten brachte daher auch Faustmann eine Fuß- und Meterskala an.

Der Beobachtungsspiegel E besitzt die Länge des Brettchens, ist 2,6 cm breit, in Messingblech gefaßt und um die Achse rC drehbar, so daß er in der Ruhe auf das Brettchen ABCD aufgelegt und mit demselben in das Futteral gesteckt werden kann. Da bei dem Gebrauche dieses Instrumentes die Höhenskala ein Bild in den ebenen Spiegel wirft, so ist man imstande, das Visieren nach den Höhenpunkten und das Ablesen der Höhen gleichzeitig vorzunehmen, ein Vorzug, den keiner der älteren Höhenmesser besitzt.

Der hölzerne Schieber e läßt sich senkrecht über der Höhenskala in einem in das Brettchen eingelassenen Falze f bewegen, und damit er sich an jeder Stelle des Falzes feststellen läßt, ist in letzterem eine Feder von Messingblech angebracht, welche den Schieber fortwährend an die schrägen Wände des Falzes andrückt. Durch diese Konstruktion hat die Höhenmeßkunde eine wesentliche Verbesserung erfahren, weil jetzt der Aufhängepunkt g des Senkels gS, welcher z. B. am Winkler'schen Höhenmesser unbeweglich war, mit dem Schieber e auf- und abgeschoben werden kann. Hierdurch ist es möglich geworden, den Aufhängepunkt des Senkels für jede beliebige Standlinie einzustellen, während man z. B. mit dem Winkler'schen Höhenmesser nur für die Standlinien 20, 40, 60 und 80 Messungen vornehmen kann. Zur Beurteilung der Stellung des Schiebers dienen die auf beiden Seiten des Falzes, in demselben Maße, wie die Teile der Höhenskala, aufgetragenen Skalen I und II, und die mit den gleichen römischen Ziffern bezeichneten Striche auf dem Schieber.

Die Skala I und II stellt die Stand- oder Distanzlinie im verjüngten Maßstabe dar und wird daher auch Distanzskala genannt. Natürlich sind 10, 20 oder 30 Teile der Distanzskala gerade so groß, wie 10, 20 oder 30 Teile der Höhenskala.

Die Entfernung der Striche zwischen I und II auf dem Schieber beträgt 60 Teile der Höhen- oder auch Distanzskala, und da sich der

Schieber beliebig herausziehen und wieder mit dem Ende I oder II in den Falz stecken läßt, so ist man dadurch im Stande, den Aufhängepunkt g des Senkels der Höhenskale bis auf 10 Skalateile zu nähern, und ihn auch wieder bis auf 70 + 60 = 130 Skalateile zu entfernen, d. h. man ist in der Lage, die Standlinien von 5 bis 130 Fuß oder 1 bis 26 m annehmen zu können. Bei dem Gebrauche hat man sich nur zu merken, daß der Schieberstrich I der Distanzskala I, der Schieberstrich II aber der Distanzskala II entspricht.

Soll nämlich die Entfernung des Aufhängepunktes des Senkels 10 bis 70 Teile betragen, so wird das Ende II des Schiebers eingeschoben; soll die Entfernung aber 70 bis 130 Teile enthalten, so steckt man das Schieberende I in den Falz. In der Zeichnung ist der Aufhängepunkt um 100 Teile von der Höhenskala entfernt, die Standlinie beträgt daher in diesem Falle 100′ oder 20 m.

Der Senkel gS besteht aus einem an einem seidenen Faden hängenden Bleistäbchen S, welches nach dem Gebrauche in die an dem Okular angebrachte Öffnung s eingesteckt wird.

Die Theorie dieses Instrumentes stimmt mit der des Winklerschen Höhenmessers ganz überein, wir haben daher nur über den Gebrauch desselben noch einige Worte beizufügen.

Soll die Höhe eines Baumes gemessen werden, so wählt man zunächst einen Standpunkt, von welchem aus man sowohl die Spitze als den Fuß des Baumes erblicken kann, und wo möglich in solcher Entfernung, daß die Höhe des Baumes beiläufig der Standlinie gleichkommt. Die Standlinie wird in derjenigen Maßeinheit gemessen, in welcher man die Höhe des Baumes zu haben wünscht. Angenommen, sie betrage 100 Fuß, so bringt man den Schieberstrich I genau mit dem Striche 100 der Distanzskala I in Übereinstimmung, richtet alsdann das Okular und Objektiv auf, nimmt das Senkel S aus seinem Behälter s heraus, läßt es frei an dem Brettchen ABCD schwingen, indem man den Spiegel öffnet, und mit der Visiervorrichtung genau die Spitze des Baumes anvisiert. Da bei gehöriger Öffnung des Spiegels in demselben die Höhenskala und der Stand des Senkels sichtbar ist, so hat man nur nötig, einen Blick in den Spiegel zu werfen und die Zahl, welche der Senkelfaden angiebt, in der Zeichnung z. B. 40, abzulesen.

Hierauf visiert man nach dem Fuße des Baumes und merkt sich die Ziffer, welche zu der vorigen Zahl addiert die ganze Höhe des Baumes direkt giebt, wenn der Beobachter höher als der Fußpunkt des Baumes

steht. In diesem Falle wird auch der Faden bei der zweiten Visur stets auf die Seite eC des Brettchens fallen. Sollte sich der Beobachter jedoch tiefer als der Fußpunkt des Baumes befinden, so wird bei beiden Visuren, aus demselben Grunde wie bei dem Winkler'schen Höhenmesser, der Senkelfaden zwischen e und D zu liegen kommen, in welchem Falle dann immer die kleinere Zahl von der größeren abgezogen werden muß, um zur wirklichen Höhe zu gelangen.

Wünscht man die Höhe jedoch in Metern und geraden Decimetern, dann muß natürlich die Standlinie in Metern gemessen und der Schieber auf den gemessenen Betrag eingestellt werden.

Der Faustmann'sche Höhenmesser eignet sich auch zu groben Nivellierarbeiten, z. B. zum Abstecken von Waldwegen. Hält man das Instrument so, daß die Senkellinie in den Nullpunkt fällt, alsdann stellt die Visierlinie eine Horizontale dar, wie andere Nivellier-Instrumente auch. Wünscht man aber das Gefälle in Prozenten, dann stellt man den Schieber auf 100 und dreht das Instrument so lange, bis der Senkelfaden in dem fraglichen Prozent an der Höhenskala einsteht. Die Visierlinie ist dann um das gewünschte Prozent gegen die Horizontale geneigt. Zu Nivellierungsarbeiten befestigen wir den Faustmann'schen Höhenmesser jedoch auf einem einfachen Stockstative.*)

G. Der Höhenmesser von Weise.

Dieser Höhenmesser stimmt in der Theorie ganz mit dem Faustmann'schen überein, ist von demselben aber doch in der Form wesentlich verschieden, so daß wir ihn hier kurz beschreiben wollen, weil er in Preußen bereits eine größere Verbreitung gefunden hat. Wir folgen hierbei der Beschreibung, wie sie der verstorbene Oberforstmeister Bernhardt im VI. Band, Heft 1 der Dankelmann'schen Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von 1874 gegeben hat. Figur 58 stellt das Instrument, in $^1/_3$ der Natur gezeichnet, in seinen wesentlichen Bestandteilen vor.

Ein 15 cm langes und 2 cm dickes Messingrohr abcd enthält 0,75 cm vor seinem einen Ende bei ef ein in der Figur unsichtbares einfaches Fadenkreuz. In diese Röhre paßt ein 12 cm langes Einschiebrohr, welches an seinem einen Ende eine feine Okularöffnung g hat, an seinem andern

*) Vergl. in dieser Beziehung unsern Artikel: „Zwei einfache forstliche Vermessungs-Instrumente", Monatschrift für Forst- und Jagdwesen 1871 Seite 41—52.

Ende aber einen Verſchluß durch einen Meſſingſtopfen beſitzt, damit in dem Rohre das noch zu beſchreibende Baſisſtäbchen mit Lot aufbewahrt werden kann. Auf dem äußeren Meſſingrohr a b c d iſt auf Meſſingunterlagen ein 1,5 cm breiter Meſſingſtreifen c e feſtgeſchraubt, welcher, ähnlich dem Fauſtmann'ſchen Inſtrument, die Höhenſkala (den Höhenweiſer) enthält.

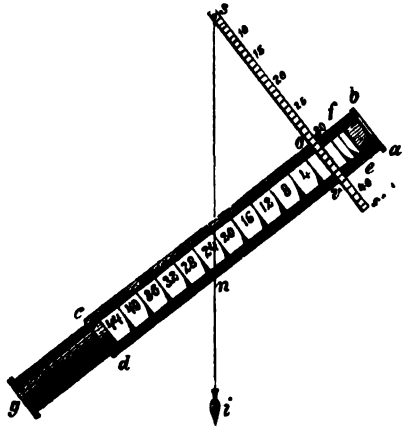


Fig. 58.

Die an der Seite des Fadenkreuzes e f liegende Unterlage iſt parallel der Meſſingplatte und dem einen Faden des Fadenkreuzes, und zwar genau an der dem Nullpunkt der Höhenſkala entſprechenden Stelle prismatiſch durchbohrt, ſo daß in die Durchbohrung das 10 cm lange meſſingene Baſisſtäbchen s s' eingeſchoben werden kann. An dem Nullpunkt s des Baſisſtäbchens iſt ein ſpitzkugelförmiges Lot s i von Meſſing befeſtigt.

Die Höhenſkala c e iſt von v bis d in 45 gleiche Teile (Meter) und jeder Teil durch kurze Teilſtrichelchen wieder in zwei gleiche Hälften (halbe Meter) geteilt, ſo daß eine Ableſung von halben zu halben Metern bis zu 45 Meter möglich iſt. Der Teil von v bis e derſelben Skala iſt nur in 10 gleiche Teile à $^1/_2$ Meter eingeteilt. Auf der Zeichnung haben wir die Teilſtriche jedoch, um erſtere nicht mit Zahlen zu überladen, nur von 4 zu 4 Meter aufgetragen. Am unteren Rande der Höhenſkala ſind die einzelnen Teilſtrichelchen alle zahnförmig eingeſchnitten, damit ſich das Lot an der richtigen Stelle fangen kann. In dieſelben gleichen Teilchen wie die Höhenſkala iſt auch das Baſisſtäbchen s s' geteilt, und da 5 Teile in dem Höhenſkalablatt liegen, ſo beginnt die Teilung an dem Befeſtigungspunkt s des Lotes erſt mit 5 und ſetzt ſich bis 42 fort. Das Baſisſtäbchen kann natürlich auf jeden beliebigen Teilſtrich bis zu 42 eingeſtellt werden.

Der Gebrauch des Inſtrumentes iſt nun ein ſehr einfacher. Man mißt eine paſſende Standlinie in Metern, ſtellt das Baſisſtäbchen in den entſprechenden Teilſtrich ein, viſiert hierauf nach dem Gipfel und dann nach dem Fuße des Baumes und lieſt, nachdem ſich das Lot an dem

richtigen Punkt der gezackten Höhenskala gefangen hat, den Betrag in Metern und halben Metern ab. Zu diesem Behufe wird vorher das Instrument vorsichtig vom Auge herunter genommen, wobei eine Verrückung des Pendels kaum möglich sein dürfte, weil ja die Höhenskala am unteren Rande, wie das die Figur zeigt, etwas gezahnt ist.

Jedenfalls ist das Instrument sehr dauerhaft und kompendiös, das Ablesen bequem und sicher und erzielt man mit demselben für wirtschaftliche Zwecke ganz befriedigende Resultate.

Der Weise'sche Höhenmesser wird von Mechanikus Buddendorf in Berlin für den Preis von 12 Mk. angefertigt.

Später hat Weise an seinem Höhenmesser einige wesentliche Verbesserungen angebracht.*) Der weiß angelassene Messingstreifen ce wurde nämlich um 90° gedreht, so daß bei richtiger horizontaler Lage des Instrumentes die Platte ce ebenfalls horizontal und nicht mehr, wie früher, vertikal liegt. Der früher gezackte Rand der Platte ce zum Auffangen des Lotes ist jetzt in Abständen von 0,5 zu 0,5 verjüngten Metern mit feinen, gleichschenkeligen und scharfen Sägezähnchen versehen, in welche sich das Lot beim Visieren nach einer kleinen seitlichen Drehung einhakt. Um letzteres zu erleichtern, wurde der Lotfaden durch ein hinreichend starkes dreikantiges Messingstäbchen so ersetzt, daß beim Gebrauche nach geringer seitlicher Wendung des Instrumentes eine der scharfen Kanten des Stäbchens in die Vertiefungen der Zähne eingreift und daselbst festgehalten wird Da die Teilung in den Zahnlücken angebracht wurde, so ist das Ablesen der Höhe wesentlich erleichtert und der am Faustmann'schen Höhenmesser angebrachte Spiegel entbehrlich geworden. Auch wurde der Teil ve der Platte, zum Vorteil des Instrumentes, gegen früher mit der doppelten Anzahl Teilstrichen versehen.

Der Gedanke der „Kerbung des Randes" ist nicht neu, sondern findet sich bereits an älteren Instrumenten, auch hat Faustmann die Nachteile derselben schon besprochen.**)

H. Der Dendrometer von Hanlaville.

Dieses Instrument gehört den älteren Dendrometern an, denn es ist schon in einer Winkler'schen Schrift über Höhenmesser, Wien 1846, sodann auch in der Lemoch'schen Geodäsie von 1856 beschrieben. Da

*) Dankelmann, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1878, Seite 226.

**) Vergl. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung von 1854 und Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Dankelmann 1876, Seite 94.

dasselbe in neuerer Zeit wieder mehr Verehrer gefunden hat, auch eine andere Grundlage als die bereits beschriebenen Instrumente besitzt, so dürfen wir es hier nicht wohl übergehen.*) Bei der Beschreibung folgen wir der Darstellung Professor Langenbacher's.**)

Bei allen Pendelinstrumenten hängt die Genauigkeit des Anvisierens und die Pendellage mehr oder weniger von dem Grad der Luftbewegung und der Sicherheit der Hand ab, in welcher dasselbe beim Gebrauch gehalten wird. Das Sanlaville'sche Instrument ist frei von diesen Gebrechen, da das Pendel durch eine Wasserwage, die Hand durch ein dreibeiniges Stativ ersetzt wird. Weiter dient dasselbe zum Messen der Baumdurchmesser, zum Nivellieren, zur Tracierung von Waldwegen, zur Festlegung von Schichtenkurven u. s. w.

a) Theorie des Instrumentes. 1. Um die Länge der Vertikalen AB (Fig. 59) zu bestimmen, setzen wir die Linie BC, welche irgend eine Maßeinheit, z. B. einen Meter, bedeuten kann, als bekannt voraus; ebenso sei ab vertikal, d. h. parallel zu AB aufgestellt. Die Punkte a, c, b stellen Objektive vor, d sei ein Okular, so daß die drei Visuren dA, dC und dB möglich werden. Denkt man sich nun unter bc die verjüngte Maßeinheit von BC, so muß — wegen der Ähnlichkeit der Dreiecke abd und ABd, sowie bcd und BCd — sich bc auf ab gerade so oft auftragen lassen, als BC auf AB, d. h. AB wird gerade so viel wirkliche Meter messen, als die Linie ab verjüngte Meter zeigt. Mißt man daher die Länge ab ausgedrückt in Einheiten von bc, so erhält man dadurch die Höhe AB ausgedrückt in der Maßeinheit BC.

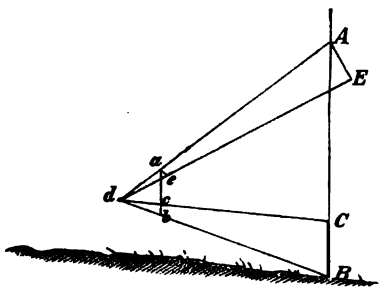


Fig. 59.

2. Will man eine Horizontale AE, etwa den Durchmesser eines Baumes bestimmen, und es stellen a und e zwei wagerechte Objektive vor, so kann man dA und dE wieder als zwei von dem Okular d aus-

*) Das 1869 veröffentlichte Dendrometer von E. Heyer & Staudinger in Gießen (vergleiche Verhandlungen der XX. Versammlung süddeutscher Forstwirte in Aschaffenburg 1869) ist dem Sanlaville'schen Instrumente nachgebildet und kann daher hier um so mehr übergangen werden, als dessen allzu hoher Preis seiner weiteren Verbreitung hindernd entgegensteht.

**) Vergl. „Monatschrift für Forst- und Jagdwesen", 1870, Seite 253.

gehende Viſuren betrachten, und es iſt a e das verjüngte Bild von A E. Iſt nun a e ein Maßſtab, deſſen Einheit c b, ſo wird, wie leicht einzuſehen, die Anzahl Einheiten in a e gleich der Anzahl Einheiten C B in A E ſein müſſen, d. h. ſo viel verjüngte Meter die Linie a e mißt, ebenſo viele wirkliche Meter entſprechen der Linie A E. *)

3. Wäre endlich die Länge d B zu meſſen, ſo verhält ſich: d b : d B = c b : C B, und da c b = C B = 1, ſo iſt auch d b = d B, d. h. ſtellt d b einen Maßſtab vor, auf welchem c b als Maßeinheit aufgetragen iſt, ſo entſpricht die Anzahl Einheiten auf der Linie d b der Anzahl Einheiten C B auf der Linie d B.

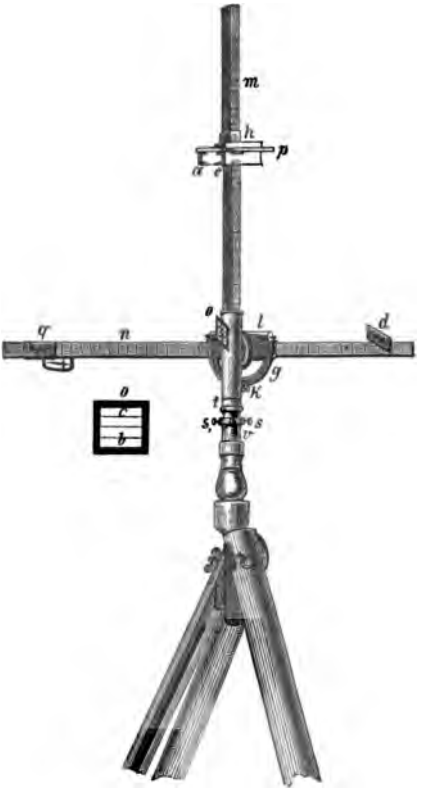


Fig. 60.

b) Beſchreibung des Inſtrumentes. Denkt man ſich die in Fig. 59 angedeuteten Punkte d, a, e, c, b und die entſprechenden Maßſtäbe a b, a e und d b materiell dargeſtellt, ferner eine Vorrichtung, die es möglich macht, den Maßſtab a b vertikal zu ſtellen, und bringt man das Ganze in Verbindung mit einem entſprechenden Stative, ſo iſt das Bild des Sanlaville'ſchen Dendrometers in der Grundidee vollendet. Figur 60 zeigt das Inſtrument, wie es Mechanikus J. Schablaß in Wien (Joſefſtadt, Piariſtengaſſe) für 30 Gulden öſterr. Währung = 60 Mark anfertigt.

Der aufrecht ſtehende Stab m ſitzt mittelſt Nuß in der Hülſe v und kann durch vier Schrauben s, s, wovon je zwei diametral geſtellt

*) Beweis: Es verhält ſich a b : A B = d a : d A und a e : A E = d a : d A, daher auch a b : A B = a e : A E; ſind nun A B = n Meter, a b = n verjüngte Meter, a e = m verjüngte Meter und A E = x Meter, ſo hat man n : n = = m : x, oder x = m.

sind, in die vertikale Lage gebracht werden. Der Teil über o hat einen quadratischen Querschnitt, während der unter o liegende Teil des Stabes cylindrisch ist. Bei o sind beide Teile durch Schraubenschnitt mit einander verbunden. Bei t dreht sich der Stab um einen vertikalen, mit der Nuß in Verbindung stehenden Zapfen. Auf dem Stabe m ist eine Hülse h beweglich, und erhält sich durch Reibung in der Lage, welche man der ersteren hier giebt; a p ist ein in wagerechter Richtung beweglicher Teil und ermöglicht die Entfernung der beiden Punkte e und a von Null bis zu einer gewissen Grenze beliebig herzustellen. An dem cylinderischen Teile des aufgerichteten Stabes liegt der Drehungspunkt für einen kleinen Gradbogen g, der in halbe Grade geteilt, seinen Nullpunkt in der Mitte trägt, und durch die Klemmschraube k, die an eine bewegliche, gegen den Gradbogen hin zugeschärfte und mit einem Index versehene Backe drückt, festgestellt werden kann. In der Figur ist uns die Rückseite des Gradbogens zugekehrt. An dem oberen Teile des letzteren ist eine Hülse angebracht, in welcher die liegende Schiene n so steckt, daß sie durch eine Feder, auf welche eine Klemmschraube wirkt, festgestellt werden kann. An dem einen Ende d hat die Schiene eine Öffnung, in welche der Stiel einer kleinen, schwarzlackierten Messingplatte paßt. die in ihrer Drehungsachse drei kleine Durchbrechungen (Okulare) zeigt. Der Okularplatte gegenüber ist an dem cylinderischen Teile des aufrecht stehenden Stabes ein schwarzlackiertes Messingrähmchen o angebracht, in welchem drei in gleichen Abständen zu einander parallele, bei vertikaler Stellung des Stabes m horizontal liegende Fäden eingespannt sind. Der Abstand der äußersten Fäden b und c ist hier die verjüngte Maßeinheit und sohin der Theorie zufolge die Basis der am Instrumente vorkommenden Teilungen.

Für die Teilung des aufrecht stehenden Stabes ist der unterste Faden b der Nullpunkt, und beginnt daher die wirkliche Teilung mit der dritten Einheit am prismatischen Teile und geht, wenn wie seither etwa die östr. Klafter die Einheit des Maßes bildet, bis auf 32, bei Metermaß wird man dagegen die Einteilung bis auf 50 ausführen. Stellt die aufgetragene Einheit eine verjüngte Klafter (6 östr. Fuß) vor, so wird sie noch zum Behufe einer genaueren Ablesung in 6 Unterabteilungen gebracht, wo dann jede einen verjüngten Fuß repräsentiert. Ist die verjüngte Einheit dagegen 1 m, so kann man dieselbe noch in 5 Unterabteilungen von 0,2 m bringen.

Die Einteilung und Bezifferung der liegenden Schiene n ist unter Beibehaltung derselben verjüngten Einheit b c so getroffen, daß an der

zugeschärften Kante der Hülse die Entfernung zwischen dem Okulare d von dem Objekte auf Fuße, bei Metermaß aber auf 0,2 m genau abgelesen werden kann. Die Linie, in welcher die Okularöffnungen angebracht sind, steht senkrecht auf der geteilten Seite der Schiene n und geht parallel mit den Fäden bei o, wie auch mit der untersten Kante der Hülse h. Die letztere muß auch mit dem Rähmchen in einerlei Ebene liegen.

Auf dem beweglichen Teile a p der Hülse h, welcher zum Ablesen der Durchmesser dient, ist die verjüngte Einheit b c 3mal aufgetragen und bis auf halbe Fuß geteilt. Mit Hilfe eines Nonius können jedoch $^1/_2$ östr. Zolle abgelesen werden. Eine ähnliche Einrichtung, welche ein Ablesen bis zu 1 oder 0,5 cm ermöglicht, kann für Metermaß getroffen werden.

Limbus und Nonius liegen so, daß, wenn der Punkt a mit e zusammenfällt, auch die Nullpunkte der beiden ersteren koincidieren.

Das Ganze ist, wie die Figur zeigt, auf ein dreibeiniges Zapfenstativ aufgesetzt.

Zu dem soeben beschriebenen Instrumente gehört noch ein sogenanntes Normalmaß B C (Fig. 59), d. h. ein Stab von gewisser Länge (1 Klafter, 1 Meter ꝛc.). Am besten eignet sich hiefür eine Nivellierlatte mit einer am oberen Ende festgestellten und einer zweiten längs der Latte beweglichen Zielscheibe, so daß man nach Bedürfnis die Länge des sogenannten Normalmaßes ändern, zu gleicher Zeit aber dasselbe auch beim Nivellieren gebrauchen kann.

c) Gebrauchsanweisung. 1. Um die Höhe eines Baumes zu erfahren, stellt man das Normalmaß am Fuße desselben vertikal auf und sucht für das Instrument einen passenden Standort. Hier wird das Stativ auf dem Boden so aufgesetzt, daß der aufrecht stehende Stab schon nahezu die vertikale Lage erhält, nachdem man die Stativfüße in den Boden eingedrückt hat. Die feinere Vertikalstellung geschieht mit Hilfe der am Instrumente angebrachten Libelle, indem man dieselbe zunächst in die Richtung des einen Paares der einander entgegengesetzt wirkenden Stellschrauben bringt und hier horizontal stellt, und dasselbe auch bei dem andern Paare bewerkstelligt, und diese Arbeit an den Schraubenpaaren wechselnd so lange wiederholt, bis die Blase der Libelle während einer Drehung der letzteren um den vertikalen Stab nicht mehr aus dem Mittelpunkte tritt. Nicht zu vergessen ist auch der Umstand, daß vor der eben beschriebenen Operation der Nullpunkt der Gradteilung in Übereinstimmung mit dem zugehörigen Index gebracht werden muß. Nun

viſiert man durch eine der Okularöffnungen bei d über die Fäden b und c auf die beiden Endpunkte des Normalmaßes, indem nach Bedürfnis das Okular d und das Objektiv einander genähert oder von einander entfernt werden, und der Schiene durch die am Gradbogen mögliche Drehung in der Vertikalebene die paſſende Richtung gegeben wird. Giebt man nun der Hülſe h am Stabe m jene Stellung, bei welcher die Viſur von d, an der unteren Kante von a und e vorübergehend, den zu ermittelnden Höhenpunkt am Baumſtamme trifft, ſo iſt die Ableſung, die man an dem Stabe m bei der unteren zugeſchärften Kante der Hülſe h macht, der direkte Ausdruck für die fragliche Höhe.

Waren die beiden Zielſcheiben des Normalmaßes auf 1 m geſtellt, ſo giebt auch die Ableſung unmittelbar Meter und Decimalteile desſelben.

Iſt das Normalmaß auf eine halbe Klafter geſtellt, und man benutzt zur Viſur den unterſten und den mittleren Faden, ſo iſt die Ableſung wie im vorhergehenden Falle als das unmittelbare Reſultat der Meſſung anzuſehen.

Man giebt oft dem Normalmaße die Länge von 1 m, und benutzt den unterſten und den mittleren Faden zur Viſur; aus leicht begreiflichen Gründen iſt dann die gemachte Ableſung mit 2 zu multiplizieren, um die Anzahl Meter zu erfahren, die der gemeſſenen Höhe entſprechen; oder es wird das Normalmaß auf 0,5 m geſtellt und die Viſur über b und c vorgenommen; dann iſt, wie leicht einzuſehen, die Ableſung durch 2 zu dividieren.

Von den beiden zuletzt angeführten Fällen wird der erſte bei der Meſſung von entfernteren, der zweite von näher an dem zu meſſenden Objekte gewählten Standpunkten mit Vorteil anzuwenden ſein.

Dasſelbe iſt auch bei den folgenden Punkten 2, 3 und 4 zu berückſichtigen.

2. Iſt der Durchmeſſer eines ſtehenden Baumes mit dem Dendrometer von Sanlaville zu ermitteln, ſo giebt man dem Inſtrumente die Stellung wie in 1, verſchiebt a p an der Hülſe h ſo, daß die von d ausgehenden, die Spitzen a und e berührenden Viſuren den Baumſtamm an jener Stelle zu beiden Seiten tangieren, an welcher man den Durchmeſſer beſtimmen will. Die Ableſung von der Hülſe h giebt den Durchmeſſer in Fußen und Zollen, bei Metermaß aber in Centimetern.

3. Sehr leicht wird es, mit dieſem Inſtrumente die Richtpunktshöhe (ſiehe Preßler's Kubierungsmethode ſtehender Bäume) zu finden. Mit einer Kluppe allenfalls wird an entſprechender Stelle (Bruſthöhe, Kopfhöhe) der

Durchmesser des Baumstammes ermittelt, a e auf das halbe Maß desselben gestellt, und bei entsprechendem Stande des Instrumentes (wie in 1) die Hülse so lange an m verschoben, bis die Visuren d a und d e die Kontur des Stammes berühren. Die Ablesung auf m bei der unteren Kante der Hülse h giebt die Richtpunktshöhe.

4. Daß man bei dem richtigen Stande des Instrumentes (wie in 1) an der Schiene n bei der zugeschärften Kante r die Distanz des Okulars vom Normalmaße ablesen kann, wenn man sie braucht, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Handelt es sich um die auf den Horizont reduzierte Distanz, so wird neben der schiefen Distanz d der Neigungswinkel α, welchen letztere mit dem Horizonte einschließt, am Gradbogen g abgelesen, und die Berechnung der Reduzierten nach der Formel $s = d \cdot \cos \alpha$ vorgenommen. Diese Berechnung kann erspart werden, wenn man im Besitze einer Tabelle ist, welche für die verschiedenen Neigungswinkel α die für die Längeneinheit fertig berechneten Kosinuse enthält. Man hat dann nur die aus der Tafel entnommene Zahl mit der schiefen Entfernung d zu multiplizieren, um die Horizontale zu erhalten.

5. Zum Behufe des Nivellierens wird die Okularplatte d auf der nicht geteilten Seite der Schiene in dieselbe Öffnung derselben mit dem Stiele eingeschoben und an das entgegengesetzte Ende q eine Hülse mit einem kleinen Rähmchen befestigt. In dem letzteren sind 2 unter einem rechten Winkel sich kreuzende Fäden gespannt, wovon der eine die horizontale Lage erhält, sobald der Stab m vertikal gestellt ist. Ob die Visur von d über dem horizontalen Faden wagrecht ist, sobald die Blase der Libelle einspielt, wird wie bei andern ähnlichen Nivellierinstrumenten untersucht. Die Praxis ist dieselbe wie bei den eben angeführten Instrumenten.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß der Transport des Instrumentes wesentlich dadurch erleichtert wird, daß die Stäbe m und n in den Stativfüßen untergebracht werden können, das Übrige aber in einem kleinen Etui, das man in der Tasche mit sich führen kann, Platz findet.

Der Dendrometer von Sanlaville ist teuer, umständlich und zeitraubend beim Gebrauch und ist deshalb bis jetzt wenig in die forstliche Praxis übergegangen. Auch als Stärkemesser bietet er bezüglich der Genauigkeit der Resultate nicht die nötigen Garantien, im Falle man schon größere Ansprüche machen muß.

J. Das verbesserte Spiegeldiopter von Abney.

Dieses in England unter dem Namen „Abney's level" bekannte, praktische und sinnreiche Instrument wurde nach Angaben der Herren

Forſtdirektor v. Dorrer und Baurat Reinhard in Stuttgart von den Mechanikern „Gebrüder Zimmer“ für die forſtlichen Bedürfniſſe entſprechend umgearbeitet und iſt jetzt, nachdem dieſe Firma aufgehört hat, durch Mechanikus Tesdorpf daſelbſt zu beziehen. Wir beſchreiben dasſelbe zunächſt in ſeiner einfachſten Geſtalt, wie es zu Meſſungen von Baumhöhen beſonders geeignet iſt.

Dasſelbe beſteht (Fig. 61) aus einer mit einem Okularauszug a verſehenen Fernrohrhülſe A von Meſſing, an deren Objektivende D ſich ein Fadenkreuz befindet, welches in der Zeichnung unſichtbar iſt. Mit der Fernrohrhülſe, welche keine Linſen enthält, iſt ein mit zwei lösbaren Schrauben cc′ befeſtigter Höhenbogen BB′ verbunden, welcher weiter mit einem Zeiger n (Nonius) und einer Libelle bb′ verſehen iſt. Durch einen Knopf C iſt der Nonius n und gleichzeitig die Libelle bb′ drehbar,

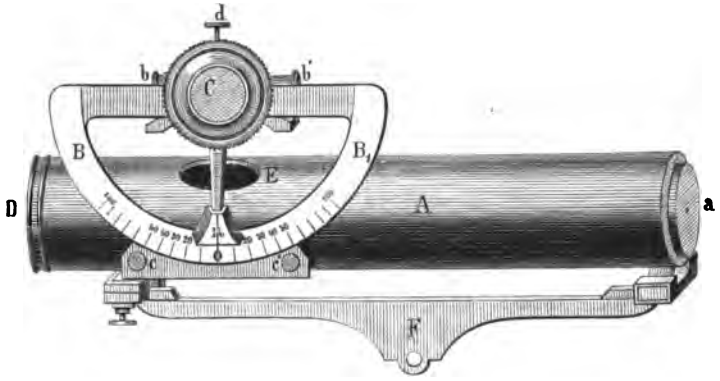


Fig. 61.

während die Schraube d dazu dient, Nonius und Libelle an dem Bogen BB′ feſtzuklemmen. Die in Meſſing gefaßte Libelle iſt oben und unten aufgeſchnitten, ſo daß auch von unten die Blaſe derſelben ſichtbar iſt. Ebenſo iſt der obere Teil der Fernrohrhülſe bei E aufgeſchnitten und enthält daſelbſt in ihrem Innern einen kleinen Spiegel, welcher nur bis faſt in die Mitte der Hülſe reicht und gegen die Achſe aD um einen Winkel von 45° geneigt iſt. Hierdurch kann neben dem Spiegel noch gerade der Durchſchnitt des Fadenkreuzes erblickt werden. Stellt man nun den Nullpunkt des Nonius in den Nullpunkt der auf dem Höhenkreis BB′ angebrachten Teilung ein und hebt oder ſenkt die Fernrohrhülſe ſo lange, bis die Blaſe der Libelle einſpielt, ſo wird dieſelbe Licht auf den Spiegel werfen und ein in a befindliches Auge wird ein Spiegelbild der Libellenblaſe gerade neben dem Durchſchnittspunkte des Fadenkreuzes

erblicken. In diesem Momente liegt die durch den Okularpunkt a und das Fadenkreuz bei D dargestellte Visierlinie horizontal, und man kann das Instrument jetzt zum Nivellieren verwenden. Dreht man nun z. B. die Libelle bb′ um x°, so wird sich auch der Nonius n von dem Nullpunkte der Teilung um x° entfernen, aber die Libelle wird jetzt natürlich nicht mehr einspielen. Hebt man aber nach Feststellung der Libelle und des Nonius durch die Schraube d die Fernrohrhülse um den gleichen Winkel x°, so wird jetzt sofort die Libelle wieder einspielen und die Blase im Spiegel neben dem Fadenkreuz erscheinen, d. h. man kann mit dem Instrumente in sehr einfacher Weise in Graden ausgedrückte Winkel oder Prozente und daher auch Baumhöhen u. s. w. messen.

Die Teilung des Höhenkreises wird je nach Wunsch in Graden oder Prozenten ausgeführt. Bei Gradeinteilung sind natürlich die Teilstrichelchen gleich, bei Prozentteilung sind sie ungleich, da x Grade nicht auch x Prozenten entsprechen. Die Zeichnung stellt ein Instrument mit Prozentteilung dar. Soll nun mit diesem Instrumente die Höhe eines Baumes gemessen werden, so stellt man sich in schicklicher Entfernung E vom Baume auf, visiert nach der Spitze desselben, dreht mit dem Knopfe C die Libelle und damit den Zeiger (Nonius) n so lange, bis die Libelle einspielt, d. h. die Blase derselben mit dem Horizontalfaden des Fadenkreuzes zusammenfällt und liest die Anzahl Prozente p an n ab. Die Höhe H bis zur Horizontalen ist dann $H = E \,.\, p$. Wäre z B die Standlinie E = 30 m, das Prozent 60, d. h. p = 0,60, so ist $H = 30 \times 0{,}60 = 18$ m.

Visiert man nun auch nach dem Fußpunkte des Baumes, so wird, im Falle der Augenpunkt über dem Fußpunkt liegt, der Zeiger auf die andere Seite der Teilung treten und es werden sich p_1 Prozente ergeben. Die Höhe H_1 zwischen der Horizontalen und dem Fußpunkt des Baumes ist dann: $H_1 = E \,.\, p_1$. War $p_1 = 10\,\% = 0{,}10$, so ist $H_1 = 30 \times 0{,}1 = 3$ m.

Die ganze Höhe H_2 setzt sich nun zusammen aus $H_2 = E\,(p + p_1) = 30 \times 0{,}70 = 21$ m.

Befindet sich der Augenpunkt unter dem Fußpunkt, so werden beide Ablesungen an einer Seite des Höhenkreises stattfinden, und es muß dann die zweite Ablesung von der ersten abgezogen werden.

Bei Instrumenten, welche in Grade geteilt sind, ergeben sich die Ablesungen Graden in und man findet die Höhe H, wenn man α Grade bei der ersten Visur abgelesen hat, $H = E \,.\, \text{tang} \,.\, \alpha$. Besitzt man nun

Forſtdirektor v. Dorrer und Baurat Reinhard in Stuttgart von den Mechanikern „Gebrüder Zimmer“ für die forſtlichen Bedürfniſſe entſprechend umgearbeitet und iſt jetzt, nachdem dieſe Firma aufgehört hat, durch Mechanikus Tesdorpf daſelbſt zu beziehen. Wir beſchreiben dasſelbe zunächſt in ſeiner einfachſten Geſtalt, wie es zu Meſſungen von Baumhöhen beſonders geeignet iſt.

Dasſelbe beſteht (Fig. 61) aus einer mit einem Okularauszug a verſehenen Fernrohrhülſe A von Meſſing, an deren Objektivende D ſich ein Fadenkreuz befindet, welches in der Zeichnung unſichtbar iſt. Mit der Fernrohrhülſe, welche keine Linſen enthält, iſt ein mit zwei lösbaren Schrauben cc′ befeſtigter Höhenbogen BB′ verbunden, welcher weiter mit einem Zeiger n (Nonius) und einer Libelle bb′ verſehen iſt. Durch einen Knopf C iſt der Nonius n und gleichzeitig die Libelle bb′ drehbar,

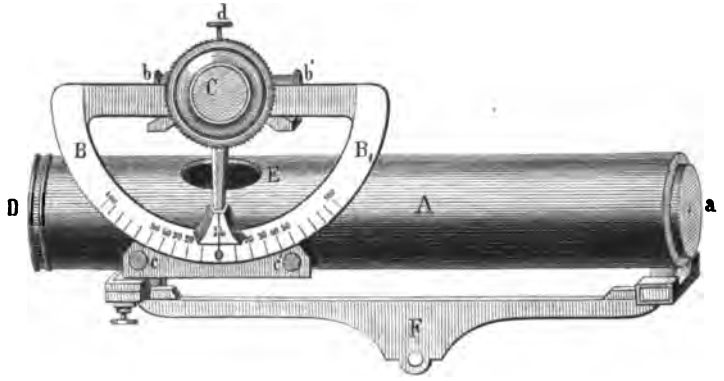


Fig. 61.

während die Schraube d dazu dient, Nonius und Libelle an dem Bogen BB′ feſtzuklemmen. Die in Meſſing gefaßte Libelle iſt oben und unten aufgeſchnitten, ſo daß auch von unten die Blaſe derſelben ſichtbar iſt. Ebenſo iſt der obere Teil der Fernrohrhülſe bei E aufgeſchnitten und enthält daſelbſt in ihrem Innern einen kleinen Spiegel, welcher nur bis faſt in die Mitte der Hülſe reicht und gegen die Achſe aD um einen Winkel von 45° geneigt iſt. Hierdurch kann neben dem Spiegel noch gerade der Durchſchnitt des Fadenkreuzes erblickt werden. Stellt man nun den Nullpunkt des Nonius in den Nullpunkt der auf dem Höhenkreis BB′ angebrachten Teilung ein und hebt oder ſenkt die Fernrohrhülſe ſo lange, bis die Blaſe der Libelle einſpielt, ſo wird dieſelbe Licht auf den Spiegel werfen und ein in a befindliches Auge wird ein Spiegelbild der Libellenblaſe gerade neben dem Durchſchnittspunkte des Fadenkreuzes

erblicken. In diesem Momente liegt die durch den Okularpunkt a und das Fadenkreuz bei D dargestellte Visierlinie horizontal, und man kann das Instrument jetzt zum Nivellieren verwenden. Dreht man nun z. B. die Libelle bb′ um x^0, so wird sich auch der Nonius n von dem Nullpunkte der Teilung um x^0 entfernen, aber die Libelle wird jetzt natürlich nicht mehr einspielen. Hebt man aber nach Feststellung der Libelle und des Nonius durch die Schraube d die Fernrohrhülse um den gleichen Winkel x^0, so wird jetzt sofort die Libelle wieder einspielen und die Blase im Spiegel neben dem Fadenkreuz erscheinen, d. h. man kann mit dem Instrumente in sehr einfacher Weise in Graden ausgedrückte Winkel oder Prozente und daher auch Baumhöhen u. s. w. messen.

Die Teilung des Höhenkreises wird je nach Wunsch in Graden oder Prozenten ausgeführt. Bei Gradeinteilung sind natürlich die Teilstrichelchen gleich, bei Prozentteilung sind sie ungleich, da x Grade nicht auch x Prozenten entsprechen. Die Zeichnung stellt ein Instrument mit Prozentteilung dar. Soll nun mit diesem Instrumente die Höhe eines Baumes gemessen werden, so stellt man sich in schicklicher Entfernung E vom Baume auf, visiert nach der Spitze desselben, dreht mit dem Knopfe C die Libelle und damit den Zeiger (Nonius) n so lange, bis die Libelle einspielt, d. h. die Blase derselben mit dem Horizontalfaden des Fadenkreuzes zusammenfällt und liest die Anzahl Prozente p an n ab. Die Höhe H bis zur Horizontalen ist dann $H = E \,.\, p$. Wäre z B die Standlinie $E = 30$ m, das Prozent 60, d. h. $p = 0{,}60$, so ist $H = 30 \times 0{,}60 = 18$ m.

Visiert man nun auch nach dem Fußpunkte des Baumes, so wird, im Falle der Augenpunkt über dem Fußpunkt liegt, der Zeiger auf die andere Seite der Teilung treten und es werden sich p_1 Prozente ergeben. Die Höhe H_1 zwischen der Horizontalen und dem Fußpunkt des Baumes ist dann: $H_1 = E \,.\, p_1$. War $p_1 = 10\,\% = 0{,}10$, so ist $H_1 = 30 \times 0{,}1 = 3$ m.

Die ganze Höhe H_2 setzt sich nun zusammen aus $H_2 = E\,(p + p_1) = 30 \times 0{,}70 = 21$ m.

Befindet sich der Augenpunkt unter dem Fußpunkt, so werden beide Ablesungen an einer Seite des Höhenkreises stattfinden, und es muß dann die zweite Ablesung von der ersten abgezogen werden.

Bei Instrumenten, welche in Grade geteilt sind, ergeben sich die Ablesungen Graden in und man findet die Höhe H, wenn man α Grade bei der ersten Visur abgelesen hat, $H = E \,.\, \mathrm{tang} \,.\, \alpha$. Besitzt man nun

eine Tafel, welche die Tangenten aller Winkel für die Standlinie = 1 enthält, ſo braucht dieſe Zahl nur mit E multipliziert zu werden, um die Höhe H zu finden u. ſ. w.

Selbſtverſtändlich können mit einem ſolchen Inſtrumente auch Waldwege in jedem beliebigen Prozente abgeſteckt werden. Das Verfahren wird keiner weiteren Beſchreibung bedürfen. Das eben beſchriebene Inſtrument wird aus freier Hand gebraucht und in einem Etui von 17 cm Länge aufbewahrt. Es kann aber auch mittelſt des Anſatzes F an einem ein- oder dreifüßigen einfachen Stative befeſtigt werden. Auch bringt Tesdorpf auf Wunſch noch einen Horizontalkreis an, ſo daß das Inſtrument dann auch einen Theodoliten einfachſter Geſtalt für Horizontalwinkel-Meſſungen erſetzen kann. Schraubt man Höhenkreis mit Libelle ab, ſo dient das Spiegeldiopter auch als Winkelſpiegel zum Abſtecken rechter Winkel.

Die Preiſe ſtellen ſich loko Stuttgart, wie folgt: Spiegeldiopter mit Höhenkreis in einfachem Etui 40 Mk.; desgleichen mit Horizontalkreis inkl. leichtem Dreifußſtativ 65 Mk.; desgleichen mit ſtarkem Etui und Tragriemen 70 Mk.

K. Der Höhenmeſſer von Spengler.

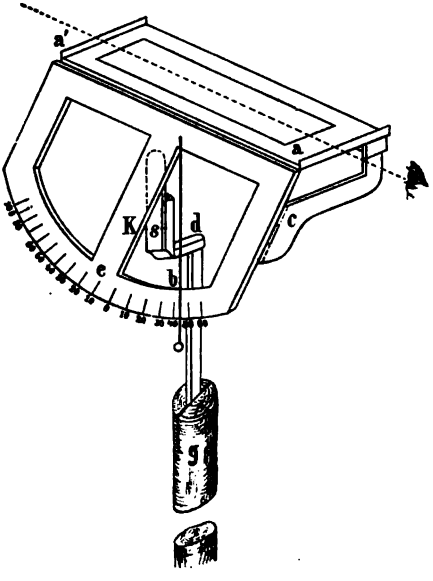


Fig. 62.

Dieſes Inſtrument iſt in Größe und Form dem Preßler'ſchen Meßknecht nachgebildet, es iſt jedoch von Meſſing, ſolider und einfacher, wiegt ſamt Etui nur 350 Grm., beſitzt Taſchenformat (11/15 cm) und koſtet bei Mechanikus Spengler in St. Gallen nur 7 Mk. 20 Pf.

Fig. 62 ſtellt das Inſtrument in $^1/_4$ der natürlichen Größe dar. Die Viſierfläche iſt dunkel geätzt und trägt zwei ſcharfe Kanten oder Abſehen aa'. An der Vertikalfläche K mit der Prozentteilung e befindet ſich eine mit einer Schraube von gleichmäßiger Spannung befeſtigte Klippe (Schlaufe) s zum Einſchieben der Stütze d, welche in das obere Ende eines leicht geſpaltenen Stockes g geſteckt wird.

Jeder beliebige im Walde gehauene Stock ist als Instrumentenstock zu verwenden, nachdem er unten zugespitzt und fest in die Erde gestoßen ist. Für Höhenmessungen kann das Instrument jedoch auch ohne Stock aus freier Hand verwendet werden. Die Stütze, welche in die Spalte des Stockes gesteckt ist, wird durch die natürliche Spannung des Holzes festgeklemmt. Die Vertikalfläche K wird nun nach rechts oder links gedrückt, bis der Senkelfaden b leicht an derselben streift. Die Visierlinie a a′ wird durch die Charnierstütze c in rechtwinkliger Richtung zu K gehalten.

Wird das Instrument so gedreht, daß der Faden b mit dem Nullpunkt der Teilung zusammenfällt, dann ist die Visierebene a a′ horizontal und man kann dasselbe zu gröberen Nivellierarbeiten verwenden. Bringt man das Instrument aber aus seiner horizontalen Lage, dann kann jede beliebige Neigung in Prozenten an der Teilung e resp. dem Faden b abgelesen werden. Dem Instrumente ist noch eine kleine Tafel zur Verwandlung von Prozenten in Grade und umgekehrt beigegeben.

Will man nun eine Baumhöhe messen, so kann das ganz wie bei dem Abney'schen Spiegeldiopter geschehen. Man visiert nach der Spitze des Baumes und liest die Prozente p z. B. = 40 ab, visiert dann nach dem Fuße und erhält z. B. $p_1 = 10\,\%$, so ist die Baumhöhe H, im Falle der Augenpunkt über dem Fußpunkt liegt, bei einer horizontal gemessenen Standlinie E = 40 m:

$$H = E\,(p + p_1) = 40\,(0{,}40 + 0{,}10) = 40 \times 0{,}5 = 20\text{ m}.$$

Befindet sich der Augenpunkt jedoch tiefer als der Fußpunkt des Baumes, so muß die zweite Ablesung von der ersten abgezogen werden. Das Instrument eignet sich auch gut zum Abstecken von Waldwegen.

L. Der Höhenmesser von Ertel & Sohn in München.

Das Instrument (Fig. 63) ist von Holz und unterscheidet sich in der Hauptsache von dem Spengler'schen Höhenmesser darin, daß die Vertikalfläche K (Vertikalkreis) nicht in ungleiche Prozentteile, sondern in Grade geteilt ist, und daß sie sich um eine hinter s befindliche Achse, an einem einfachen Stativstock drehen und durch eine ebenfalls auf der Rückseite befindliche Schraube in jeder beliebigen Neigung feststellen läßt. Das Instrument kann aber ganz gut ohne Stativ aus freier Hand gebraucht werden. Bei s ist ein Lot ss′ aufgehängt, a ist eine kleine Okularöffnung, a′ eine scharfe Kante, so daß a a′ eine einfache Visierlinie darstellt.

Schwingt das Pendel ss' im Nullpunkt der Teilung ein, dann liegt die Visierlinie horizontal und das Instrumentchen kann zum Nivellieren verwendet werden; dreht man dagegen den Vertikalbogen K um seine Achse, so kann an der Teilung resp. am Lotfaden ss' jeder beliebige Höhen- oder Böschungswinkel abgelesen werden. Die Zeichnung stellt das Instrument in $^1/_2$ der Natur dar.

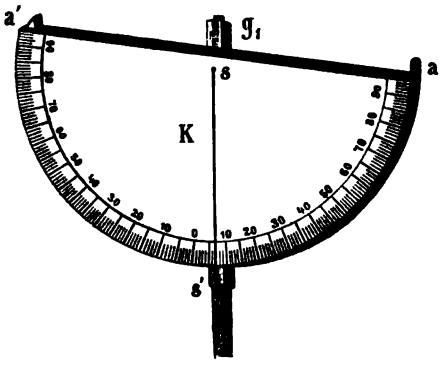


Fig. 68.

Soll nun z. B. die Höhe eines Baumes gemessen werden, so visiert man, vom Endpunkt der vorher abgemessenen Standlinie aus, zuerst nach dem Gipfel, dann nach dem Fuße des Baumes und liest die Neigungswinkel α und β ab. Ist die Standlinie E gemessen worden, so ist die Höhe H von der Horizontalen bis zum Gipfel $= E \cdot \text{tang } \alpha$: ebenso die Höhe von der Horizontalen bis zum Fußpunkt $H_1 = E \cdot \text{tang } \beta$: folglich die ganze Höhe

$$H_2 = H + H_1 = E \cdot \text{tang } \alpha + E \cdot \text{tang } \beta = E\,(\text{tang } \alpha + \text{tang } \beta).$$

Um die trigonometrische Berechnung zu ersparen, sind auf der Vorderseite des Vertikalkreises K die Tangenten für die Länge 1 und die Neigungswinkel von 1^0—90^0 eingeschrieben. Man hat daher die dem Höhenwinkel entsprechende Tangente nur herauszuschreiben und mit E zu multiplizieren, um sehr rasch die Höhe zu finden.

Ebenso sind auf der Rückseite des Kreises K die Kosinuse der verschiedenen Höhenwinkel für die Längeneinheit eingeschrieben, um an Bergabhängen mittelst des gemessenen Böschungwinkels α die horizontale Länge E einer schief gemessenen Linie L nach der Formel

$$E = L \cdot \cos \alpha$$

berechnen zu können.

M. Der Höhenmesser von Bose.

Oberforstdirektor Bose in Darmstadt hat sein bekanntes Instrument zum Nivellieren der Waldwege durch einige Vereinfachungen und Änderungen an Dimensionen und Material, verbunden mit sehr bedeu-

tender Preisminderung*) zu einem einfachen Höhenmesser umgestaltet. Der Verfasser beschreibt sein Instrument in der Hauptsache wie folgt:

Das Instrument (Fig. 64) besteht aus einem rechteckigen hölzernen Brettchen A B C D, welches etwa 14 cm hoch, 9,5 cm breit und 0,6 cm dick ist. Auf der linken Seite desselben ist eine dünne Messingplatte A a d D aufgeschraubt, auf welcher eine Skala angebracht ist. Links seitlich von derselben befindet sich ein schmaler rechteckiger Spalt l m, in welchem sich der Nonius o n auf- und niederschieben läßt. An letzterem ist die Platte p p dergestalt angebracht, daß dieselbe auf der Fläche des Nonius, also auch auf der des Brettchens A B C D, senkrecht aufsteht. Eine ganz gleiche Platte p' p' befindet sich auf der rechten Seite des Instrumentes, dieselbe ist jedoch nicht verschiebbar, sondern, senkrecht zu der Ebene des Brettchens stehend, mit zwei Stiften befestigt. In der Mitte beider Platten befindet sich bei r bez. r' ein kleines Löchelchen, welches als Diopter dient, um durch dasselbe hindurch nach der Spitze q' bez. q der gegenüberliegenden Platte visieren zu können. Auf diese Weise ist ein Vorwärts- und Rückwärts-Visieren ermöglicht. Die auf A a d D befindliche Skala ist dergestalt eingeteilt, daß 100 Teile derselben gleich sind der Entfernung von dem Augenpunkte r bez. r' bis zu der Spitze q' bez. q der korrespondierenden Platte. Durch den Nonius o n werden die einzelnen Teile der Skala noch weiter in je 10 Teile geteilt, so daß bei einer Verschiebung desselben die Entfernung seines Nullpunktes, welcher mit dem Augenpunkt übereinstimmt, von dem Nullpunkte der Skala bis auf Tausendteile der Linie r q' bez. r' q oder mit anderen Worten bis auf $^1/_{10}$ Prozent genau abgelesen werden kann. Oben in der Ecke B ist ein senkrecht auf der Ebene des Brettchens stehender Stift y so angebracht, daß die Entfernung x y = 100, y z = 50 Teilen der Skala ist. An dem oberen Rande A B ist eine einfache Vor-

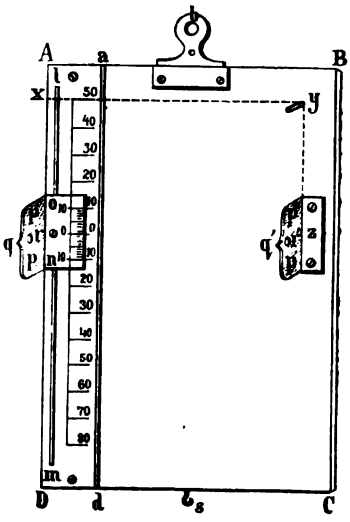


Fig. 64.

*) Mechanikus Weingarten in Darmstadt liefert das Instrumentchen nebst Zubehör für den Preis von 6 Mark.

richtung zum Aufhängen so angebracht, daß eine durch den Mittelpunkt der Öffnung b gedachte Linie mit der Schwerlinie des Instrumentchens zusammenfällt, welche infolge der stärkeren Beschwerung der linken Seite durch die Messingplatte AadD links seitlich vom Mittelpunkt liegt. Durch diese Aufhängung in der Richtung der Schwere ist die horizontale Lage der Kanten AB und CD, und somit auch der Linie rq' bezw. r'q gesichert. Bei s wird ein Gewicht, dessen Schwerlinie gleichfalls in der Verlängerung derjenigen des Instrumentes liegen muß, eingehängt. Dasselbe hat den Zweck, Schwankungen des Instrumentes aus der Gleichgewichtslage zu verhindern*).

Ein kleiner Bohrer ist dem Instrumentchen beigegeben, um beim Messen von Baumhöhen dasselbe bei b, Fig. 64, an ihm so aufzuhängen, daß man das spitze Ende in der Hand hält, während auf der anderen Seite der Griff das Herabgleiten des Instrumentes verhindert. Außerdem ist durch den Bohrer die Möglichkeit gegeben, das Instrumentchen an jedem Pfahl, Baum u. dergl. aufzuhängen.

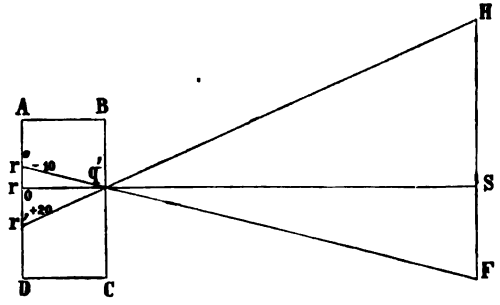


Fig. 65.

Das Instrument ist so eingerichtet, daß die Visierlinie rq' eine Horizontale bildet, wenn der Nullpunkt des Nonius auf dem Nullpunkte der Teilung steht, und wenn dasselbe frei an einem Stifte bei b hängend zur Ruhe gekommen ist.

Will man eine Baumhöhe messen, so halte man das an dem Bohrer frei hängende Instrument mit dem in der linken Hand gehaltenen Stifte vor das Auge und schiebe (Fig. 65) den Nonius r bis zu dem Punkte r'' in die Höhe, so daß die Visierlinie r'' q', wenn das Instrument zur Ruhe gekommen ist, oder nur noch unbedeutend schwankt, an dem Fußpunkte F des zu messenden Baumes einschneidet. Da die dem Beobachter erscheinenden Schwankungen der Visierlinie bei einer Stationsentfernung von 25 m, das mehrere Hundertfache der absoluten Schwankungen betragen, so wird schon eine mehr als hinreichende

*) Da nach bekannten physikalischen Gesetzen ein im Gleichgewicht aufgehängter Körper um so weniger Schwankungen ausgesetzt ist, je tiefer sein Schwerpunkt unter dem Unterstützungspunkt liegt.

Genauigkeit erzielt, wenn die Oſcillationen der Viſierlinie gleichförmig über und unter dem Viſierpunkte erſcheinen, welches man bei einiger Übung ſehr leicht dadurch erreicht, daß man mit der rechten Hand das Inſtrument zur Ruhe zu bringen ſucht. Angenommen der Nullpunkt des Nonius bei r'' ſtehe dann genau auf dem Teilſtriche — 10, ſo beträgt die Linie von 0 bis zu — 10 auf der Skala $^{10}/_{100}$ der Linie r q' und mithin iſt wegen Ähnlichkeit der Dreiecke r r'' q' und q' S F auch die Linie S F $^{10}/_{100}$ der Standlinie oder horizontalen Entfernung des Inſtruments von dem Baume mithin $^{10}/_{100}$ der Entfernung q' S.

Ebenſo wird die Entfernung der Baumſpitze H von der horizontalen q' S, nämlich die Linie H S = $^{20}/_{100}$ der Standlinie betragen, wenn man den Nonius ſo weit herunterſchiebt, bis die Viſierlinie r' q' bei der Spitze H einſchneidet, vorausgeſetzt, daß alsdann der Nullpunkt des Nonius genau an dem Teilſtriche + 20 ſteht. Die ganze Baumhöhe beträgt mithin:

$$\frac{10 + 20}{100} = \frac{30}{100} = 0{,}30 \text{ der Standlinie.}$$

Die ganzen Teilſtriche der Skala geben mithin die Baumhöhen in $^1/_{100}$ der Standlinien an, und man kann ſelbſtverſtändlich mit Hilfe des Nonius die Höhen bis zu $^1/_{1000}$ der Standlinie genau ermitteln.

Steht man ſo nahe bei dem Baume, daß man durch Viſieren über q' die Baumſpitze nicht erreicht, ſo viſiere man nach dem Stift bei y, Fig. 64, und ſetze der gefundenen Zahl $^{50}/_{100}$ zu. Der hierdurch entſtehende Fehler iſt für den vorliegenden Zweck verſchwindend klein*).

Schließlich ſei noch bemerkt, daß man die Richtigkeit des Inſtrumentes dadurch prüft, daß man den Nullpunkt des Nonius genau auf den Nullpunkt der Teilung einſtellt, dasſelbe hierauf frei an einem feſten Stifte aufhängt und ſich einen entfernten Punkt bemerkt, auf welchen die Viſierlinie einſchneidet, wenn das Inſtrument nicht mehr ſchwankt. Hierauf hängt man das Inſtrument an dem Stifte ſo herum, daß das Objektiv zum Okular wird, und es muß dann die Viſierlinie an dem nämlichen Punkte einſchneiden.

Selbſt zum Nivellieren von Waldwegen wird man dieſes bequeme und billige Inſtrument benützen können, namentlich wenn man es an einem feſten Stative aufhängt und nicht in freier Hand anwendet.

*) Weiteres über das Inſtrument kann nachgeleſen werden in „H. Boſe, Beſchreibung zweier Inſtrumente zum Nivellieren von Waldwegen und Meſſen der Baumhöhen. Darmſtadt 1863. Verlag von G. Jonghaus"; ſodann in der Monatsſchrift für Forſt- und Jagdweſen (jetzt forſtwiſſenſchaftliches Centralblatt) 1878, S. 181.

N. Pendelnivellierinſtrument und Baumhöhenmeſſer von Matthes.

Obgleich dieſes Inſtrument, deſſen Erfinder der Gr. Sächſ. Oberförſter und Docent Matthes an der Forſtlehranſtalt Eiſenach iſt, in erſter Linie forſtlichen Nivellierungsarbeiten dient, ſo darf es doch als Baumhöhenmeſſer, zu welchem es ſich gleich gut eignet, nicht übergangen werden.

a) Bau und Teile des Inſtruments. Dasſelbe iſt (Fig. 66) abgebildet und ſetzt ſich zuſammen:

1. aus dem Pendel, beſtehend in einer 14 cm langen, 1 cm breiten dreiſeitigen prismatiſchen Metallleiſte a b mit einer die Sicherung der lotrechten Richtung des Pendels bezweckenden Metallſcheibe c und der Aufhängevorrichtung f (Ring mit Doppelgelenk). Auf der Rückſeite

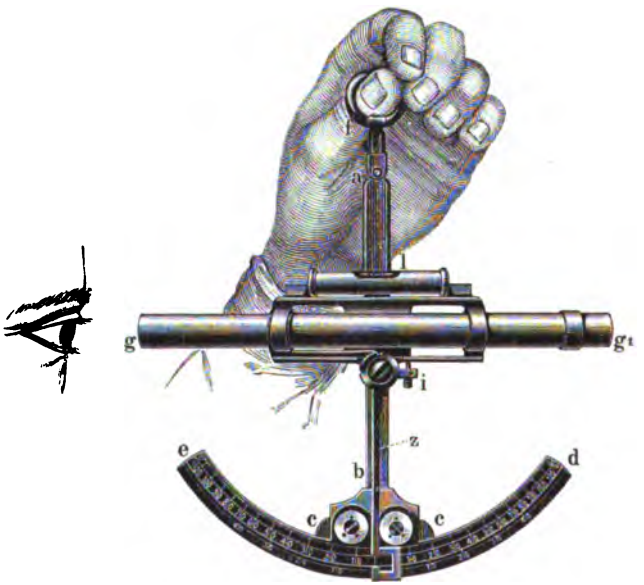


Fig. 66.

der Scheibe c befindet ſich eine Schraube, welche beim Gebrauch des Inſtrumentes am Stockſtativ abzudrehen und zur Befeſtigung des Ringes f auf der Krücke des Stockſtatives zu benutzen iſt.

2. aus dem Sehrohr gg_1 mit Okular g und Fadenkreuz bei g_1 und einer die horizontale Lage des Fernrohrs bei Einſtellung des Zeigers auf 0 % kontrollierenden Libelle l, einem einklappbaren Zeiger z mit Juſtierungsſchräubchen i und einer excentriſchen, zur Feſtſtellung des

Rohres dienenden Hebelscheibe, welche auf einer Stahlfederplatte ruht. Letztere verhindert bei Höhen- und Böschungsmessungen eine selbständige Bewegung des nicht angebremsten Sehrohrs und des daran befindlichen Zeigers nach erfolgter Einstellung, und gestattet bei der Einstellung des Fernrohres auf die Baumspitze, den Baumfuß oder die Lattenscheibe mittelst Klopfens auf das Sehrohrende, sehr kleine Bewegungen des Sehrohres ohne erhebliche Bewegung des Pendels.

3. aus den einschlagbaren, eine dreifache Einteilung tragenden beiden Bogenstücken d und e. Die obere Einteilung giebt die Tangenden zum Radius 100 (Radius des Instrumentes = 10 cm), also Prozente an, und zwar zeigt die Teilung für die ersten 20 % halbe, von 20—120 % dagegen nur ganze Prozente an. Die mittlere Einteilung zeigt für die verschiedenen Böschungsgrade die Längendifferenz zwischen einer geneigten und geraden Linie von 20 m, also zwischen schleppender Kette und deren Horizontalprojektion, in Metern an. Die untere dritte Einteilung stellt Grade dar.

b) Zwecke des Instrumentes. Mittels des fragl. Instrumentes sind folgende Operationen auszuführen:

1. Messung von Terrainwinkeln und zwar zum Zweck
   a) der Bestimmung von Baumhöhen,
   b) der Feststellung der Höhenunterschiede von Terrainpunkten mittels Böschungs- und Längenmessung, ohne eigentliches Nivellement mittels Horizontalvisur und Lattenablesung, welches für Waldwegebauzwecke in den meisten Fällen ebenso zeitraubend als überflüssig erscheint. Dieses Verfahren findet Anwendung bei Feststellung der Steigungsprozente für Wege, sowie bei der Aufnahme equidistanter Horizontalen,
   c) der Reduktion der mit schleppender Kette gemessenen Längen auf den Horizont. Es wird hierdurch die ebenso ungenaue als zeitraubende Staffelmessung vermieden und die Möglichkeit gegeben, gleich im Walde, ohne Kosinus-Tafeln, die Länge der Horizontalprojektion durch Abzug der Summe der auf dem Instrumente direkt abgelesenen Differenzen von der Summe der schleppenden (nicht horizontalen) Kettenlängen festzustellen.
2. Absteckung von Terrainwinkeln insbesondere zur Absteckung von Wegezügen mit bestimmter Steigung bis auf $^1/_{10}$ % Genauigkeit.

c) Handhabung. Das in einem Lederfutteral mit Tragriemen zusammengeklappt liegende Instrument wird zum Gebrauch aufgeschlagen und allen Teilen die aus Fig. 66 ersichtliche Stellung gegeben. Es

werden demgemäß die Gradbogen auseinandergedrückt, der am Sehrohr liegende eingeklappte Zeiger wird senkrecht zum Sehrohr gestellt und die excentrische Klemmscheibe wird mittels des daran befindlichen Hebels so weit gelüftet, daß das Fernrohr nur durch den Druck der Stahlfederplatte gehalten wird und dem leisesten Drucke (durch Klopfen mit dem Finger oder Bleistift) nachgiebt. Behufs Erreichung der in b angedeuteten Zwecke wird das Instrument in freier Hand geführt (Aufhängungskrücke bildet ein Finger) oder an einem Stockstativ angeschraubt. Ersteres genügt bei Vornahme von Baumhöhenmessungen, bei Rekognoscierung des Terrains auf Baufähigkeit einer geplanten Weglinie, bei Böschungsmessungen, sowie bei definitiver Absteckung minder wichtiger Waldwege. Bei allen größere Genauigkeit erfordernden Arbeiten wird das Instrument vermittelst der an der Rückseite der Scheibe c sitzenden Schraube an der Krücke des Stockstativs befestigt.

Im Prinzip stellt das Matthes'sche Instrument eine Kombination des Höhenmessers von Spengler und Ertel & Sohn dar, nur zeichnet es sich durch wesentlich verschiedene Konstruktion und größere Genauigkeit aus. Die unter b namhaft gemachten Zwecke können daher in derselben Weise erreicht werden, wie solches bei beiden genannten Instrumenten bereits auseinandergesetzt wurde.

Das Matthes'sche Instrument liefert Hofmechanikus R. Eckstein in Eisenach um den Preis von 26 Mk. 50 Pf. Auf besonderen Wunsch wird noch beigefügt: ein Visierstab mit Krücke 3 Mk. und eine Latte mit verschiebbarer Visierscheibe 3 Mk. 50 Pf.

Wir haben, um zum Studium der Höhenmeßkunde anzuregen, vorstehend schon mehr Höhenmesser beschrieben, als der Praktiker nötig hat. Fachgenossen, welche sich für diesen nicht uninteressanten Gegenstand interessieren, seien noch an folgende Instrumente erinnert:

1. Der König'sche Höhenmesser (Meßbrettchen oder Rechteck der Alten), beschrieben in König's Forstmathematik, Stahl's Massentafeln, Heyer's forststatischen Untersuchungen u. s. w.
2. Smalian's Höhenmesser, auch in Stahl's Massentafeln beschrieben.
3. Schmalkalder's Patent-Höhenmesser, beschrieben in Smalian's Beitrag zur Holzmeßkunst; auch in Kühne's „Militärisches Zeichnen und Aufnehmen. Berlin 1835".
4. Preßler's Meßknecht als Baumhöhenmesser, beschrieben in dessen Meßknecht, Braunschweig 1854, und dessen neuen holzwirtschaftlichen Tafeln.
5. Breymann's Universal-Instrument, beschrieben in dessen Schrift: „Anleitung zur Aufnahme der Holzmassen und Bestimmung der Formzahlen u. s. w. Wien 1857".

6. Dr. Th. Hartig liefert in den verschiedenen Auflagen seiner Kubiktabellen mehrere Instrumente zum Messen der Baumhöhen und Stärken.
7. Pfister's Höhenspiegel, beruhend auf dem Prinzipe des Hadley'schen Spiegelsextanten. Beschrieben in von Guttenberg's Holzmeßkunde in Lorey's Handbuch der Forstwissenschaft.

Ferner finden sich in der forstlichen Journal-Litteratur noch einige Höhenmesser verschiedener Erfinder beschrieben.

O. Vergleichende Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit verschiedener Höhenmesser.

Eine derartige Untersuchung liegt vom Forstkandidaten Sellheim früher bei der Hauptstation für forstliches Versuchswesen in Preußen vor. Derselbe hat an verschiedenen Tagen 15 Stämme mit dem Höhenmesser von Bose, Faustmann, Preßler und Weise gemessen, dieselben dann gefällt, die wirkliche Höhe mit dem Meßbande bestimmt und dabei die folgenden Resultate erhalten:

Bose		Faustmann	Preßler	Weise	Wirkliche Höhe
an einem Stamme befestigt	aus freier Hand				
m	m	m	m	m	m
10,92	10,70	10,30	10,50	10,50	10,65
15,33	15,24	15,50	15,60	15,50	15,55
17,90	17,68	17,70	17,50	17,50	17,35
15,89	15,30	15,50	15,60	16,00	15,80
10,96	10,95	10,60	10,60	10,00	10,35
9,87	9,80	9,75	9,40	9,50	9,55
15,28	15,18	15,25	15,40	15,00	15,20
20,56	20,91	20,00	20,00	20,00	20,25
8,34	8,31	7,60	8,40	8,00	8,20
12,00	11,89	11,50	11,70	12,00	11,90
19,10	18,96	18,60	18,40	18,50	18,50
18,46	18,52	18,60	18,20	18,50	18,30
18,46	18,00	17,70	18,00	18,00	18,10
19,18	19,34	18,60	18,90	19,00	19,00
17,37	17,94	17,50	18,00	17,50	17,70

Nach vorstehenden Resultaten*) würden alle genannten Höhenmesser durchaus befriedigende Resultate liefern, und wäre deshalb dem billigsten und handlichsten Instrumente der Vorzug zu geben. Allerdings hat

*) Dankelman, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1879, S. 225.

Sellheim nur leichter meßbare Bäume zwischen 8 und 20 m Höhe untersucht, bei 30—40 m hohen Bäumen würde er wahrscheinlich größere Differenzen gefunden haben. Auch über den Klaußner'schen Höhenmesser liegen bereits eine Reihe von sehr befriedigenden Resultaten vor.

2. Die Baumstärkenmesser.

§ 27.

Die Aufgabe, die Inhalte stehender Baumschäfte so genau wie an liegenden Bäumen zu bestimmen, läßt sich nur dann lösen, wenn nicht nur die Höhen derselben, sondern auch die Durchmesser an jeder beliebigen Stelle des stehenden Baumes so genau wie mit der Kluppe ermittelt werden. Wie man die Baumhöhen mißt, haben wir in § 26 gezeigt, die Ermittlung der Baumdurchmesser mittelst Stärkenmesser (Dendrometer) soll nun kurz gelehrt werden.

Obgleich die Stärkenmesser in der forstlichen Praxis bis jetzt keine große Anwendung gefunden haben, so hat man denselben in der neuesten Zeit doch wieder mehr Aufmerksamkeit zugewendet, und deshalb dürfen wir den Gegenstand hier nicht ganz übergehen, wenn wir uns auch auf das Notwendigste aus dieser Lehre beschränken müssen.

Daß sich der Dendrometer von Sanlaville nicht nur zu Höhenmessungen, sondern auch zu Stärkemessungen eignet, wurde bereits § 26. H auseinandergesetzt, es genügt also hierauf nochmals hinzuweisen. Aber auch mit dem Winkler'schen Höhenmesser können die Durchmesser stehender Bäume gemessen werden; wie das geschieht, wollen wir jetzt noch kurz zeigen.

An der einen schmalen Seite BC des bereits beim Winkler'schen Höhenmesser beschriebenen Kästchens, Fig. 67, ist nämlich bei O eine Okularritze, und dieser gegenüber, an der andern schmalen Seite AD, eine hier unsichtbare Objektivöffnung angebracht. In letzterer befinden sich, in senkrechter Stellung zur geteilten Fläche ABCD, zwei durchbrochene Messingplättchen m und n, von welchen das untere n fest, das obere m aber mittelst der Schraube E gleichzeitig mit einer Noniusvorrichtung ab auf- und abgeschoben werden kann. Neben dem beweglichen Nonius ab ist der feste Limbus ce in der Ebene ABCD der Art eingeschnitten, daß, wenn mittelst der Schraube E der Nullpunkt des Nonius genau neben denjenigen des Limbus geschoben wird, die Kanten fg und hi der Plättchen m und n scharf aneinander zu liegen kommen.

Wird nun mittelst der Mikrometerschraube E der Nonius a b und mit ihm das Plättchen m aufwärts bewegt, so entfernen sich die Kanten f g und h i immer mehr von einander, und man ist imstande, indem man durch O sieht, jede beliebige Größe P Q Fig. 68, eines Gegenstandes zwischen dieselben zu fassen und somit auch den Durchmesser eines Baumes in verjüngtem Maße zu bestimmen.

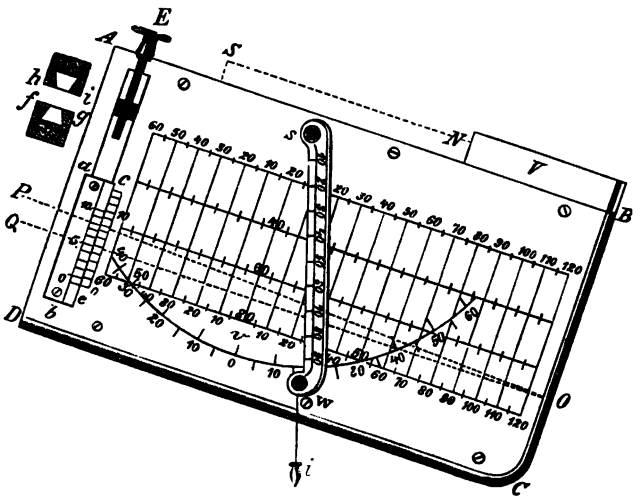


Fig. 67.

Da uns kein in Metermaß ausgeführtes Instrument zur Verfügung steht, so geben wir hier die weitere Einrichtung in östr. Maß; es ist jedoch selbstverständlich, daß eine ganz ähnliche Konstruktion für Metermaß ausgeführt werden kann. Die konstante Entfernung der Plättchen m und n von dem Okular O beträgt nämlich 5 Zoll, die Länge von 10 Teilen des Maßstabes c e aber $^5/_6$ Zoll, daher die Länge eines Teiles = $= {}^5/_{60}$ Zoll, und da der Nonius noch Zehntel eines solchen Teiles angiebt, so kann der Abstand der Kanten f g und i h bis auf Hundertel eines Zolles angegeben werden.

Ist nun der Durchmesser P Q des Baumes A B (Fig. 68) bei A zu bestimmen, so wählt man zuerst einen schicklichen Standpunkt C, visiert dann durch B (Fig. 67) nach A (Fig. 68) und liest an dem Lineal s w, wie bereits § 26. E angegeben, die Entfernung (Hypotenuse)

$OA = OP = OQ$ ab. Hierauf sieht man mit dem Dendrometer durch das Okular O, läßt die Kante f g des Plättchens n genau an P tangieren und dreht die Mikrometerschraube E so lange, bis die Kante h i des Plättchens m scharf an Q anliegt, worauf man den Abstand der Objektivfäden f g und h i an dem Nonius a b ablesen kann.

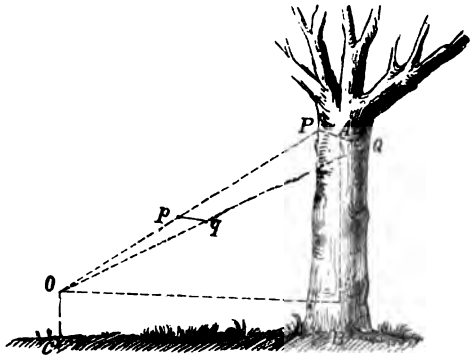


Fig. 68.

Drückt nun (Fig. 68) O den Augenpunkt, p q die Objektivöffnung des Instrumentes, d. h. die Entfernung der beiden Fäden f g und h i (Fig. 67) von einander, P Q den zu messenden Durchmesser und O A die gemessene schiefe Entfernung aus, so folgt aus der Ähnlichkeit der Dreiecke O p q und O P Q die Proportion:

$$Op : OP = pq : PQ \text{ oder } PQ = \frac{OP}{Op} \times pq.$$

Nehmen wir nun an, die Entfernung p q habe man am Nonius = = v Intervallen = v . $^5/_{60}$ Zoll abgelesen, und es sei $OP = OA = p$ Fuß gefunden worden, so geht letzte Gleichung, wenn man sich erinnert, daß die Konstante $Op = 5'' = {}^5/_{12}$ Fuß ist, in folgende über:

$$PQ = \frac{\frac{p \,.\, v \,.\, 5}{60}}{\frac{5}{12}} = \frac{60 \,.\, p \,.\, v}{60 \,.\, 5} = \frac{p \,.\, v}{5} = \frac{2 \,.\, p \,.\, v}{10} \text{ Zoll.}$$

Wäre z. B. $p = 36$ Fuß, $v = 1{,}6$ Intervallen, dann ist der Durchmesser:

$$PQ = \frac{2 \,.\, 36 \,.\, 1{,}6}{10} = \frac{115{,}2}{10} = 11{,}52 \text{ Zoll.}$$

Um jedoch in jedem einzelnen Falle die Rechnung ganz zu ersparen, hat Großbauer*) für alle vorkommende Fälle eine Tafel berechnet, mittelst welcher man den wirklichen Durchmesser direkt ablesen kann, wenn die Entfernung des Durchmessers vom Auge, sowie die Ablesungen an Limbus und Nonius gegeben sind.

*) Vgl. F. Großbauer, das Winkler'sche Taschendendrometer, Wien 1864.

So genau nach Vorstehendem die Bestimmung der Durchmesser stehender Bäume auch zu sein scheint, so kommen bei derselben doch verschiedene Fehlerquellen vor, welche die Richtigkeit der Resultate unter Umständen wesentlich zu beeinträchtigen vermögen. Dahin gehört die Dicke der Objektivfäden, die Unsicherheit des Einstellens derselben, die schlechte Beleuchtung der betreffenden Stelle des Durchmessers in geschlossenen Beständen, die Unebenheiten der Baumrinde, die Ungleichheit der Durchmesser selbst an ein und derselben Stelle des Baumes u. s. w.

Diese Fehlerquellen ließen sich allerdings durch Anwendung von Fernrohrinstrumenten auf ein möglichst kleines Maß zurückführen und hat Breymann in der That ein solches Instrument konstruiert. Da wir aber nicht glauben, daß dasselbe wegen seines sehr hohen Preises je eine größere Verbreitung in der forstlichen Praxis finden wird, so nehmen wir von einer Beschreibung desselben Abstand.*)

Auch Klaußner hatte seinen ersten Baumhöhenmessern eine Vorrichtung zum Messen der Durchmesser beigegeben, welche ganz auf dem Prinzipe des Winkler'schen Dendrometers beruht. Dieselbe hat sich aber aus obigen Gründen ebenfalls als nicht genügend genau erwiesen, weshalb Klaußner seinem verbesserten Höhenmesser keine Vorrichtung zum Messen der Durchmesser mehr beigiebt.

II. Die verschiedenen Methoden der Schätzung und Kubierung stehender Bäume.

1. Die Okularschätzung.

§ 28.

Die Okularschätzung beschäftigt sich mit der Schätzung stehender Bäume nach dem Augenmaße, ohne Benutzung von Instrumenten und sonstigen mathematischen Hilfsmitteln.

Diese älteste aller Methoden war in früheren Zeiten, wo es noch an einfachen Instrumenten und mathematischen Hilfsmitteln fehlte, man überhaupt wegen überfülltem Holzmarkte und schlechten Holzpreisen noch nicht auf eine genaue kubische Berechnung und Verwertung der Hölzer sah, sehr üblich. Sie kommt jetzt noch an manchen Orten und insbesondere in

*) Näheres über das Breymann'sche Universal-Instrument findet sich in der allgem. Forst- u. Jagdzeitung 1868, Seite 201; sowie in Breymann's Schrift: Anleitung zur Aufnahme der Holzmassen und Bestimmung der Formzahlen mittelst eines Universal-Instrumentes u. s. w. Wien 1857.

jenen holzreichen Gegenden in Anwendung, wo man es wegen hohen Arbeitslöhnen oder aus anderen Gründen für vorteilhafter hält, das Holz auf dem Stocke abzugeben, dasselbe aber nicht, wie dies bei intensiveren Waldwirtschaften üblich ist, vorher fällen, liegend kubieren, oder in Schichtmaßen von gegebenen Dimensionen aufarbeiten läßt. Übrigens kann man das Holz auch auf dem Stocke schätzen und pro Kubikeinheit vor der Fällung unter der Bedingung verwerten, daß dasselbe nach der Fällung noch genau kubiert oder in Schichtmaße aufgesetzt wird, so daß der Käufer nur das wirkliche Ergebnis um den vorher abgemachten Preis zu zahlen hat.

Bei der Okularschätzung werden die Bäume gutächtlich nach ihrem Inhalte in Fest- oder Raummetern angesprochen. Ist das Reisholz nicht gut verwertbar, so beschränkt man sich dabei auf die Derbholzmasse.

Eine Schätzung *einzelner* stehender Bäume nach dem Augenmaß kann nur derjenige mit einiger Sicherheit vornehmen, welcher in diesem Geschäfte hinreichende Erfahrung besitzt und sein Auge in den Holzschlägen durch vorheriges Einschätzen liegender oder stehender Bäume und alsbaldige Vergleichung mit dem wirklichen Ergebnisse genugsam geübt hat. Alte, erfahrene Holzhauer, Holzsetzer und Forstschutzdiener besitzen hierbei meist eine größere Übung als der Forstbeamte selbst, dem meistens die nötige Zeit fehlt, um sich in dieser Beziehung vollständig auszubilden.

Jungen, unerfahrenen Forstmännern ist daher zu raten, so oft sie in die Lage kommen, *einzelne* Bäume stehend auf ihren Inhalt anzusprechen, sich nicht der Okularschätzung, sondern einer der jetzt folgenden Methoden zu bedienen; sie werden auf diese Art in fast derselben Zeit und ohne besondere Mühe weit brauchbarere Resultate erhalten.

Selbst gute Okularschätzer machen nicht selten größere Fehler, weil das Resultat nicht allein von dem Augenmaß des Schätzers, sondern auch von der Witterung, allgemeinen Stimmung und dem Umstande abhängt, ob man z. B. im Gebirge den Blick von unten nach oben oder von oben nach unten richtet u. s. w.

Wenn sich auch die Schätzungsfehler bei einer größeren Anzahl von Schätzungen wieder einigermaßen auszugleichen vermögen, so wird man im einzelnen Falle unter ungünstigen Umständen vor Fehlern von 25—30 und mehr Prozenten nicht sicher sein.

Trotzdem soll man sich bei jeder Gelegenheit in der Okularschätzung fleißig üben. Dieselbe gewährt z. B. dem Wirtschafter bei der Schlagauszeichnung und bei der Aufstellung der jährlichen Fällungspläne wesent-

liche Dienste, während die Schätzung einzelner stehender Bäume nach dem Augenmaße, um darauf den Wert des Holzes zu gründen, in jeder geordneten Forstwirtschaft untersagt sein sollte.

Daß man bei den Bestandesschätzungs-Methoden den Inhalt von ausgewählten Probestämmen nicht nach der in dieser Hinsicht längst veralteten Okularschätzung bestimmen darf, setzen wir als selbstverständlich voraus. Eine Methode, welche nur auf Geschicklichkeit und praktischen Blick basiert ist, erscheint schon deshalb bedenklich, weil nicht jeder Taxator im Besitze dieser Eigenschaften ist.

Um die Ausbildung der Okularschätzung hat sich namentlich Kohli verdient gemacht.*)

2. Die Schätzung nach Form- oder Reduktionszahlen.**)

§ 29.

Allgemeines über Formzahlen.

Die ganze Holzmasse eines Baumes (exkl. Stockholz) füllt selten genau den Inhalt eines gemeinen Kegels, noch weniger aber den Inhalt einer Walze aus, welche mit dem Baume gleiche Grundfläche und gleiche Höhe hat. Die meisten Baumformen fallen vielmehr zwischen den gemeinen Kegel und die Walze, bilden daher einen mehr oder weniger ausgebauchten Kegel. Nur ausnahmsweise zeigen tief herunter beastete Baumschäfte (exkl. Astholz) in jugendlichem Alter eingebauchte Formen, d. h. einen geringeren Inhalt als der gerade Kegel von gleicher Grundfläche und Höhe.

Hätte der Baum von seinem Fuße bis zur Spitze die Form eines ebenen Kegels, so würde die Kubierung stehender Bäume keine Schwierigkeiten darbieten. Man hätte nur nötig, den Durchmesser des Baumes am Stockabschnitt zu messen, dessen Grundfläche g zu berechnen oder aus Tafeln aufzuschlagen, die ganze Höhe H des Baumes vom Stockabschnitt bis zum äußersten Gipfel (Scheitelhöhe) mit einem Höhenmesser zu

*) Vergleiche dessen Anleitung zur Abschätzung stehender Kiefern nach Massentafeln und nach dem Augenmaße. Berlin 1861. Verlag von Julius Springer.

**) Bezüglich der selbständigen Schriften über diesen wichtigen Gegenstand wird auf die Litteraturangaben Seite 2—4 verwiesen. Weiter machen wir aufmerksam auf die fleißigen Arbeiten von Dr. M. Kunze in den Supplementen zum Tharander Jahrbuche, insbesondere Band V, Heft 1 und 2 von 1889, Band VI von 1890. Sodann auf Dr. Wimmenauer: Die Formzahlen der Kiefer, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1889, Juliheft, und: Mittelstamm, Baum- und Bestandesformzahl, Tharander Jahrbuch Band 40, Heft 3. Endlich W. Weise: Formzahlen der Kiefer, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1881, Seite 371, u. 1890, Seite 553.

ermitteln, und schließlich g mit $H/_3$ zu multiplizieren, um den Kubikinhalt zu finden.

Ebenso einfach würde sich die Sache gestalten, wenn jeder Baum vom Stockabschnitt bis zum Gipfel eine Walze ausfüllte, deren Grundfläche und Höhe gleich der Grundfläche und Scheitelhöhe des Baumes wäre. Es wäre dann der Kubikinhalt $k = g . H$.

Nun aber füllt kein Baum eine Walze, welche mit demselben im Meßpunkt*) gleiche Grundfläche g und gleiche Scheitelhöhe H hat, und mit dem Namen Scheitelwalze oder Idealwalze bezeichnet wird, vollständig aus, sondern der wirkliche Inhalt des Baumes ist immer kleiner als derjenige der Idealwalze. Aus dieser Wahrnehmung folgt nun von selbst, daß sich der wirkliche Inhalt eines stehenden Baumes finden ließe, wenn derjenige Decimalbruch (Reduktionsfaktor) bekannt wäre, mit welchem man den Inhalt der Idealwalze multiplizieren müßte, um letzteren auf den Inhalt des fraglichen Baumes zu reduzieren. Setzen wir diese Zahl (Decimalbruch), welche man in der Holzmeßkunde mit dem Namen **Formzahl, Reduktionszahl, Vollholzigkeitszahl** u. s. w. bezeichnet, allgemein = f, so würde der Inhalt eines Baumes unter Beibehaltung der vorhinigen Bezeichnungen sein:

$$k = g . H . f.$$

Beispiel: Die Stammgrundfläche eines im Meßpunkt 0,60 m starken Baumes sei g = 0,283 qm, die Höhe H = 30 m, so ist dessen Idealwalzengehalt = g . H = 0,283 × 30 = 8,49 fm. Bei Unterstellung einer Formzahl f = 0,52 wäre der Inhalt des Baumes:

$$k = g . H . f = 8,49 \times 0,52 = 4,415 \text{ fm}.$$

In letzter Formel ist aber f noch als unbekannte Größe anzusehen. Setzt man aber in derselben k und g . H als bekannt voraus, dann ergiebt sich die Formzahl:

$$f = \frac{k}{g . H};$$

d. h. die Formzahl ist das geometrische Verhältnis, welches zwischen dem Inhalte eines Baumes und demjenigen einer Walze besteht, die mit dem Baume gleiche Höhe und gleiche Grundstärke (Meßpunktsstärke) hat. Es ergiebt sich daher die Formzahl eines Baumes, wenn man den Inhalt desselben im liegenden Zustande genau ermittelt und ihn durch den Inhalt der zugehörigen Idealwalze dividiert.

*) Unter Meßpunkt verstehen wir hier den Punkt am Baume, an welchem die Stärke der Idealwalze abgemessen wird; wir kommen auf denselben gleich zurück.

Beispiel: Die Meßpunktsstärke eines Baumes sei 0,60 m, die Scheitelhöhe H = 30 m, und dessen Gesamtinhalt (exkl. Stockholz) betrage nach genauer sektionsweiser Berechnung 4,415 fm, so ist die Grundfläche der Idealwalze $g = 0{,}785 \cdot d^2 = 0{,}785 \cdot 0{,}60^2 = 0{,}283$ qm und der Inhalt derselben $= g \cdot H = 0{,}283 \cdot 30 = 8{,}49$ fm, mithin die Formzahl:

$$f = \frac{k}{g \cdot H} = \frac{4{,}415}{8{,}49} = 0{,}52.$$

Der Inhalt des Baumes beträgt im vorliegenden Beispiele 52 % seiner Idealwalze. Hat man demnach an einem gefällten Baume die Formzahl, wie hier 0,52, einmal berechnet, so kann man dieselbe auf **ähnlich geformte** stehende Bäume anwenden. Wollte man nun den Inhalt eines stehenden Baumes nach der Formzahlmethode finden, so hätte man mit der Kluppe dessen Meßpunktsstärke, mit einem Höhenmesser dessen Höhe zu bestimmen, aus beiden die Idealwalze abzuleiten und letztere mit der vorher berechneten Formzahl zu multiplizieren.

Beispiel: Ein stehender Baum habe eine Meßpunktsstärke von 0,50 m und eine Scheitelhöhe von 28 m, so ist dessen Grundfläche $g = 0{,}196$ und seine Idealwalze $g \cdot H = 0{,}196 \times 28 = 5{,}49$ fm. Weiß man nun, daß ein ganz ähnlich geformter Baum, welchen man früher einmal gefällt hat, z. B. die Formzahl 0,52 besitzt, so kann man schließen, daß auch der stehende Baum dieselbe Formzahl haben wird. Dessen wirklicher Inhalt k muß daher auch sein:

$$k = g \cdot H \cdot f = 5{,}49 \times 0{,}52 = 2{,}85 \text{ fm}.$$

Bezieht sich in der Formel $f = \frac{k}{g \cdot H}$ der Kubikinhalt k auf die ganze oberirdische Holzmasse (inkl. Astholz), so heißt die Formzahl Baumformzahl, bezieht sich aber k nur auf die Schaftmasse (exkl. Astholz), so heißt sie Schaftformzahl. Seit 15 Jahren werden von uns und auf unseren Antrag auch vom Vereine deutscher forstlicher Versuchsanstalten außerdem noch Derbholzformzahlen berechnet, bei welchen sich k nur auf die Derbholzmasse bezieht, alles Ast- und Gipfelholz von 7 cm und weniger Durchmesser daher ausgeschlossen bleibt. Diese Derbholzformzahlen enthalten daher auch einen Teil des Astholzes, im Falle es über 7 cm stark ist, und bieten den großen Vorteil, daß man mittelst derselben die Derbholzmassen der Bäume und Bestände für sich, d. h. ohne Reisholz berechnen kann. *) Zieht man von der Baumformzahl die

*) Die ersten Derbholzformzahlen für die Fichten sind erschienen in des Verfassers Schrift: „Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form". Berlin 1876. Inzwischen hat Prof. Kunze solche für die Kiefer und der Verfasser in seiner Schrift über die Rotbuche (Berlin 1881) solche für die Rotbuche veröffentlicht. Denselben folgten in neuester Zeit weitere von Forstrat Schuberg und den Professoren Wimmenauer, Schwappach, Lorey u. s. w.

Derbholzformzahl ab, oder, was auf dasselbe herauskommt, bezieht sich k nur auf das Reisholz, so erhält man die Reisholzformzahl, welche man ebenfalls vor Einführung der Derbholzformzahlen nicht kannte. Selbstverständlich muß die Baumformzahl immer größer als die Derbholzformzahl sein.

Es wäre unbequem und ungenau, den Meßpunkt, an welchem die Durchmesser der Idealwalze abgegriffen werden sollen, an den Stockabschnitt zu verlegen; unbequem deshalb, weil man sich beim Abgreifen der Durchmesser mit der Kluppe bücken müßte, ungenau aber, weil gerade am Stockabschnitte infolge der Wurzelanläufe die Querschnitte der Bäume am wenigsten kreisförmig und daher schwer zu bestimmen sind. Man hat es daher vorgezogen, den Meßpunkt, an welchem die Grundstärke der Idealwalze abgegriffen werden soll, über den Stockabschnitt und zwar an eine Stelle zu verlegen, welche für den Messenden bequemer ist und eine schärfere und leichtere Bestimmung des Durchmessers zuläßt. Es haben sich bezüglich der Wahl des Meßpunktes zwei verschiedene Systeme von Formzahlen ausgebildet.

Bei dem einen älteren und besten Systeme liegt der Meßpunkt in einer konstanten Höhe über dem Boden, z. B. in Brusthöhe, oder nach den Vereinbarungen der forstlichen Versuchsanstalten 1,3 m über dem Boden. Man nannte derartige Formzahlen Brusthöhenformzahlen oder, wenn auch weniger zutreffend, unechte Formzahlen.

Bei dem anderen, neueren und weniger empfehlenswerten System wird die Grundstärke der Idealwalze immer in $\frac{1}{n}$ der Scheitelhöhe, d. h. in einem proportionalen Teile derselben abgegriffen; hier ist die Meßpunktshöhe daher veränderlich, d. h. bei hohen Bäumen verhältnismäßig höher, bei niedrigen Bäumen entsprechend niedriger. Derartigen Formzahlen hat Preßler den Namen echte oder Normalformzahlen gegeben. Über die Frage, welchem der beiden Formzahlensysteme der Vorzug einzuräumen sei, waren lange Zeit hindurch die Ansichten geteilt, bis endlich durch die neuesten Untersuchungen der forstlichen Versuchsanstalten der Nachweis erbracht wurde, daß nur die Brusthöhenformzahlen einer weiteren Pflege und Bearbeitung wert sind. Trotzdem wollen wir jetzt beide Formzahlsysteme einer näheren Betrachtung unterziehen.

Die erste Idee zur Ermittlung der Formzahlen und deren Anwendung zur Kubierung stehender Bäume verdanken wir dem Lippe-Detmold'schen-Oberförster Paulsen. Derselbe gab bereits im Jahre 1800 in einer als Manuskript in Norddeutschland verbreiteten Abhandlung, welche sich in den Beiträgen zur

gesamten Forstwissenschaft, herausgegeben von Hundeshagen, Band 3. Heft 2, Seite 87 von 1845, abgedruckt findet, Anleitung hierüber, indem er in vollwüchsigen Laubwäldern je nach der Kronenlänge drei Baumklassen mit den Reduktionszahlen 0,75, 0,66 und 0,50 unterschied und den Meßpunkt 6 Fuß über den Boden verlegte. Eine eigentliche Formel für die Ermittlung der Formzahlen finden wir jedoch bei Paulsen noch nicht. Diese lieferte erst Hoßfeld in seiner niederen und höheren praktischen Stereometrie Seite 175 bis 177, Leipzig 1812, wo er sich unter Zugrundelegung des Zylinders (Idealwalze), deutlich über die Art der Berechnung der Formzahlen und deren Gebrauch aussprach.

A. Die Brusthöhenformzahlen.

Bei ihnen wird, wie wir gesehen haben, die Grundstärke des Baumes, aus welcher man mit Hilfe der Scheitelhöhe die Idealwalze berechnet, in einer konstanten Höhe vom Boden, d. h. nach neuesten Vereinbarungen 1,3 m (Brusthöhe) über demselben abgegriffen. Es ist dies eine für die Arbeiter bequeme Höhe, bei welcher auch im großen Durchschnitt der sogenannte Wurzelanlauf keinen störenden Einfluß mehr üben kann. Die Brusthöhenformzahlen erfreuten sich daher auch, gegenüber den Normalformzahlen, stets einer größeren Popularität. Unter den älteren Schriftstellern waren es namentlich Hoßfeld, H. Cotta, König und Hundeshagen, welche Brusthöhenformzahlen berechneten, und alle neueren Forscher, welche bei dem forstlichen Versuchswesen beteiligt sind, wendeten sich wieder denselben zu. So veröffentlichte die großh. badische Forstverwaltung 1862*) für die wichtigsten Holzarten Brusthöhenformzahlen (Meßpunkt 5 badische Fuß über dem Boden) und die Formzahlen, welche die kgl. bayerische Forstverwaltung im Anfange der 1840er Jahre an 40 220 Bäumen zum Zwecke der Aufstellung der Massentafeln berechnen ließ, waren Brusthöhenformzahlen (Meßpunkt 4,5 bayerische Fuß über dem Boden).

Die älteren Formzahlen leiden jedoch an dem Übelstande, daß sich ihre Autoren nicht über den Begriff „Brusthöhe" verständigten. So legte Hundeshagen den Meßpunkt in Brusthöhe (ohne Zahlenangabe), König 5′ preußisch, Baden 5′ badisch, Bayern 4,5′ bayerisch über dem Boden, H. Cotta aber 2—3′ über den unteren Benutzungspunkt. Hieraus mag es sich teilweise erklären, daß die Formzahlen dieser Schriftsteller, abgesehen von unzureichendem Materiale, nicht immer genau zusammen stimmen; denn je höher der Meßpunkt fällt, desto dünner wird, bei gleichbleibendem

*) Erfahrungen über den Massenvorrat und Zuwachs geschlossener Hochwald-Bestände. Amtliche Ausgabe. Karlsruhe 1862.

Inhalte k, die Idealwalze g.H und um so größer daher die Formzahl $f = \frac{k}{g.H}$ und umgekehrt. So liegen z. B. die Baumformzahlen

der	Nadelhölzer	nach	König	zwischen	0,43	und	0,71
„	„	„	Hundeshagen	„	0,36	„	0,76
„	„	„	H. Cotta	„	0,35	„	0,80
„	Laubhölzer	„	König	„	0,40	„	0,80
„	„	„	Hundeshagen	„	0,40	„	0,85
„	„	„	H. Cotta	„	0,33	„	1,00

Die Schätzung einzelner stehender Bäume nach Brusthöhenformzahlen wäre nun sehr einfach, wenn alle Bäume nur eine Formzahl hätten. Dieses ist aber, wie sich schon aus vorstehenden Zahlen ergiebt, nicht der Fall. Die Formzahlen weichen nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen nach Holzart, Scheitelhöhe, Bestandesschluß, Meßpunktstärke, Alter u. s. w. mehr oder weniger von einander ab. Deshalb berechnete schon König für die wichtigsten Holzarten Formzahlen, welche er wieder nach Scheitelhöhen und Formklassen gruppierte, um so das Einschätzen der Formzahlen möglichst zu vereinfachen und zu sichern. Es entstanden auf diese Art Formzahl-Übersichten (Tabellen) für die wichtigsten Holzarten, hervorgegangen aus massenhaften Formzahlbestimmungen an liegenden Bäumen.

Die in den veröffentlichten Formzahlübersichten enthaltenen Formzahlen stellen Durchschnittswerte dar. Dieselben können daher, auf die Kubierung eines einzelnen stehenden Baumes angewendet, nur dann ein mathematisch richtiges Resultat liefern, wenn der fragliche Baum zufällig gerade die auf ihn angewendete durchschnittliche Formzahl besitzt; im anderen Fall erhält man bald ein etwas zu großes, bald ein etwas zu kleines Resultat. Denn wenn die Formzahlen auch geordnet nach Holzarten, Scheitelhöhen und Formklassen berechnet wurden, so mußte man sich doch in der Zahl der Formklassen beschränken und deshalb haben z. B. nicht alle Fichten gleicher Scheitelhöhe und ein und derselben Formklasse gleiche Formzahlen. Man darf daher auch an die Formzahlen bei der Schätzung einzelner Bäume keine zu hohen Ansprüche machen. Gerade weil die Formzahlen die Durchschnittswerte aus den Untersuchungen vieler Stämme enthalten, müssen sie auch bei der Schätzung einer größeren Stammzahl, d. h. der Schätzung ganzer Bestände, bessere Resultate, als für den Einzelbaum liefern.

Wollte man nun auf Grund einer Tabelle über Brusthöhenformzahlen einen stehenden Baum kubieren, so hätte man die Grundstärke in dem Meßpunkt zu bestimmen, die Höhe mittelst eines Höhenmessers zu messen, die Formklasse des Baumes nach Anleitung der Tafel einzuschätzen und dann die den gefundenen Dimensionen entsprechende Formzahl aus letzteren herauszuschreiben. Aus der Grundstärke ergiebt sich dann die Querfläche g, aus dieser und der Scheitelhöhe H die Idealwalze und diese mit der Formzahl f multipliziert giebt den Inhalt $k = g.H.f.$

Neuere Derb-, Baum- und Schaftformzahlen, welche sich auf die Meßhöhe 1,3 m vom Boden und auf den gemeinschaftlichen Arbeitsplan des Vereins deutscher forstl. Versuchsanstalten gründen, wurden bis jetzt in den genannten Schriften von Professor Kunze (für Kiefer, Fichte und Rotbuche), von dem Verfasser (für Fichte und Rotbuche), von Professor Schwappach (für Kiefer), von Lorey und Schuberg (namentlich für Weißtanne) veröffentlicht. Dieselben wurden aus unter mittleren Schlußverhältnissen erwachsenen Hochwaldbeständen entnommen, weil diese für die Praxis die größte Bedeutung haben. Besondere Formklassen brauchten daher auch nicht ausgeschieden zu werden. Für Bäume, im gedrängten Schlusse erwachsen und für den Licht- und Freistand, für welche man besondere Formklassen hätte bilden müssen, liegen aus der neueren Zeit keine umfangreichen und deshalb maßgebenden Untersuchungen vor. Man ist in dieser Beziehung noch auf die König'schen Zahlen angewiesen, deren allgemeiner Anwendung jedoch, aus Gründen, die später entwickelt werden sollen, große Bedenken entgegen stehen.

Auf Seite 180 teilen wir eine Übersicht der Formzahlen für Fichte, Kiefer, Weißtanne und Rotbuche nach der Untersuchung des Vereins deutscher forstl. Versuchsanstalten mit. Dieselben sind nur nach Scheitelhöhen geordnet und sollen den Verlauf der Derb- und Baumformzahlen im allgemeinen darstellen. Den Fichten liegen 22 680 Derb- und 22 757 Baumformzahlen zu Grunde, welche von den verschiedenen forstl. Versuchsanstalten erhoben wurden.

Die Kiefernformzahlen rühren von Professor Kunze her und sind das Resultat der Untersuchung von 4638 Stämmen in Sachsen. Die Rotbuchenformzahlen sind vom Verfasser auf Grund der Untersuchung von 2137 Rotbuchenstämmen in Württemberg berechnet worden. Die Formzahlen der Weißtanne sind nach den Untersuchungen in Baden, Bayern und Württemberg bearbeitet von Schuberg; sie sind das Resultat von 4301 Derb- und 4760 Baumformzahlen.

Sehr detailierte Formzahlen, welche nach Scheitelhöhen, Stärken, Alter und Staatengruppen geordnet sind, finden sich bezüglich der Fichte in meiner Schrift „Formzahlen und Massentafeln für die Fichte. 1890" und bezüglich der Kiefer in Schwappach's Schrift „Formzahlen und Massentafeln der Kiefer, 1890".

Brusthöhen-Formzahlen.

Nach den Arbeiten der deutschen forstlichen Versuchsanstalten.

(Meßpunkt 1,3 m vom Boden.)

Länge in Meter	Fichte nach Baur		Kiefer nach Kunze		Buche nach Baur		Tanne nach Schuberg	
	Derbholz-	Baum-	Derbholz-	Baum-	Derbholz-	Baum-	Derbholz-	Baum-
	Formzahl		Formzahl		Formzahl		Formzahl	
5	.	0,97	0,07	0,94	.	.	.	0,96
6	0,10	0,89	0,13	0,85	.	.	.	0,89
7	0,18	0,85	0,19	0,79	0,16	0,71	0,16	0,83
8	0,27	0,81	0,25	0,74	0,19	0,69	0,27	0,79
9	0,33	0,77	0,31	0,69	0,21	0,67	0,42	0,76
10	0,38	0,75	0,37	0,66	0,24	0,65	0,46	0,73
11	0,42	0,73	0,41	0,64	0,27	0,64	0,49	0,71
12	0,45	0,70	0,45	0,62	0,30	0,62	0,51	0,69
13	0,48	0,69	0,47	0,60	0,33	0,61	0,52	0,68
14	0,49	0,67	0,48	0,58	0,37	0,60	0,53	0,67
15	0,50	0,66	0,48	0,57	0,40	0,59	0,53	0,66
16	0,51	0,65	0,48	0,56	0,42	0,58	0,53	0,65
17	0,51	0,64	0,47	0,54	0,44	0,58	0,53	0,64
18	0,51	0,63	0,47	0,53	0,45	0,57	0,53	0,63
19	0,51	0,62	0,47	0,53	0,46	0,57	0,53	0,63
20	0,51	0,62	0,46	0,52	0,46	0,57	0,53	0,62
21	0,51	0,61	0,46	0,51	0,47	0,57	0,53	0,62
22	0,51	0,60	0,46	0,51	0,47	0,56	0,53	0,61
23	0,51	0,59	0,46	0,51	0,48	0,56	0,52	0,61
24	0,50	0,58	0,46	0,50	0,48	0,56	0,52	0,60
25	0,50	0,58	0,45	0,50	0,49	0,56	0,52	0,60
26	0,49	0,57	0,45	0,50	0,49	0,56	0,51	0,59
27	0,49	0,56	0,45	0,50	0,50	0,57	0,51	0,59
28	0,49	0,55	0,45	0,49	0,50	0,57	0,50	0,58
29	0,48	0,55	0,45	0,49	0,50	0,57	0,50	0,58
30	0,48	0,54	0,44	0,49	0,51	0,58	0,50	0,57
31	0,47	0,53	0,44	0,49	0,51	0,58	0,49	0,56
32	0,47	0,52	0,44	0,49	0,51	0,58	0,48	0,55
33	0,46	0,52	0,44	0,49	0,52	0,59	0,48	0,55
34	0,46	0,51	.	0,48	0,52	0,59	0,48	0,54
35	0,46	0,51	.	.	0,52	0,60	0,47	0,53
36	0,45	0,50	.	.	0,52	0,60	0,47	0,52
37	0,45	0,49	.	.	.	.	0,46	0,51
38	0,44	0,49	.	.	.	.	0,45	0,50
39	0,44	0,48	.	.	.	.	0,45	0,49
40	0,43	0,48	.	.	.	.	0,44	0,48

Zur leichteren Erkennung des gesetzlichen Verlaufes der Formzahlen möge die nachfolgende Fig. 69 dienen, welche die nach Scheitelhöhen geordneten Baum- und Derbholz-Formzahlen der Weißtanne, Fichte, Kiefer und Rotbuche zur Darstellung bringt. Auch der Verlauf der Baumformzahlen II. Formklasse (mittel geschlossen) für Fichte wurde nach König zur besseren Vergleichung mit den neueren Untersuchungen beigefügt.

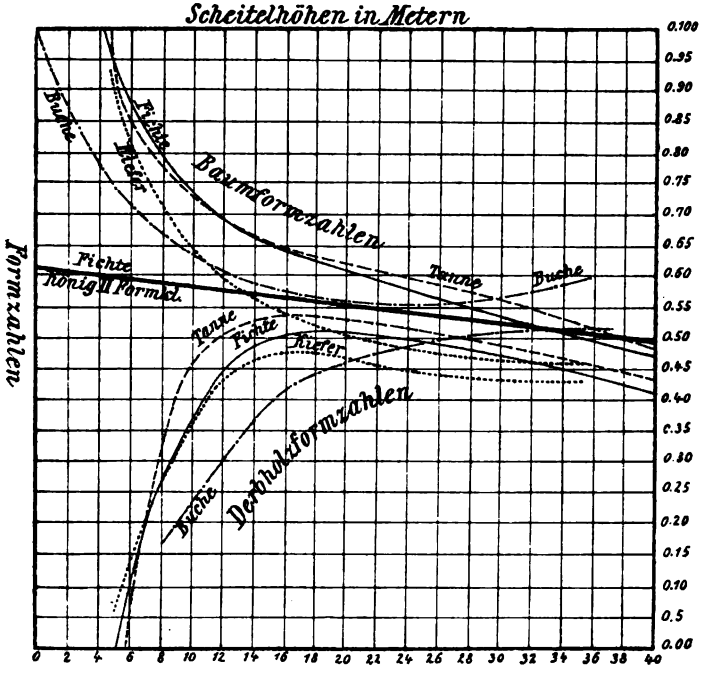


Fig. 69.

Obgleich die Größe und der Verlauf der Formzahlen bei den einzelnen Holzarten wieder differiert und hinsichtlich des Details dieser wichtigen Materie auf die bezüglichen Spezialschriften *) verwiesen werden muß, so glauben wir doch nach dem jetzigen Standpunkte unserer wissenschaftlichen Erkenntnis folgende allgemeinen Sätze, wenn auch mehr mit Rücksicht auf die Fichte (die wichtigsten Holzarten zeigen im ganzen ein ähnliches Verhalten) feststellen zu können.

*) F. Baur, die Formzahlen und Massentafeln der Fichte, Berlin 1890, und A. Schwappach, die Formzahlen und Massentafeln der Kiefer, Berlin 1890.

1. Einfluß der Wachstumsgebiete auf die Formzahlen.

Die Frage, ob es verschiedene Wachstumsgebiete giebt, welche die Baumformen wesentlich beeinflussen, und ob die in verschiedenen Staaten gefundenen Formzahlen zu gemeinschaftlichen Übersichten zusammengestellt werden können, läßt sich zur Zeit noch nicht definitiv entscheiden, weil die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen zur Beurteilung der Frage noch nicht genügen. So viel kann aber schon jetzt gesagt werden, daß die in verschiedenen Staaten bis jetzt für Bäume gleicher Holzart, Höhen und Stärken gefundenen Formzahlen keineswegs stark von einander abweichen. Für gewöhnliche taxatorische Arbeiten würden daher auch durchschnittliche Formzahlen für ganz Deutschland genügen. Bezüglich der Fichte stellte sich jedoch bei der Bearbeitung des Materials der deutschen forstlichen Versuchsanstalten heraus, daß die Formzahlen in den Staaten Sachsen, Baden und Braunschweig um 0,01—0,02 über, diejenigen in Bayern, Preußen und Württemberg nahezu ebenso viel unter dem deutschen Mittel liegen, weshalb wir auch die Formzahlen nach diesen Staatengruppen getrennt berechnet haben. Dagegen hat Schwappach bei Bearbeitung der neuen Kiefern-Formzahlen eine Trennung zwischen Nord- und Süddeutschland vorgenommen, welche Maßregel wir nicht für genügend begründet halten. Hat doch schon der kgl. preuß. Oberförster Stahl die Übereinstimmung der bayr. Formzahlen mit denen der Kiefer in der Oberförsterei Rüdersdorf bei Berlin nachgewiesen.

Wir sind auf Grund unserer vielfachen Untersuchungen und Wahrnehmungen bis jetzt noch nicht von dem Vorhandensein von besonderen, die Formzahlen wesentlich beeinflussenden, Wachstumsgebieten in Deutschland überzeugt. Zeigen auch die bis jetzt in verschiedenen deutschen Staaten gefundenen Formzahlen noch keine volle Übereinstimmung, so liegt die Ursache gewiß weniger in verschiedenen Standortsverhältnissen oder Wuchsgebieten, denn diese ändern sich in dem kleineren Bayern mehr, wie in dem größeren Preußen, als in andern Dingen.

Wir rechnen hierher namentlich die Verschiedenheit des untersuchten Materials infolge verschiedener Bestandsbegründung- und Behandlung; wobei nicht unbeachtet bleiben darf, daß auch nicht in allen Alters-, Höhen- und Stärkeklassen eine gleiche Anzahl Stämme untersucht werden konnte. Wir sind überzeugt, daß, wenn man z. B. in jedem Staate eine gleiche und genügende Anzahl gleich alter, gleich starker und hoher und mittlern Schlußverhältnissen entnommenen Stämme untersucht hätte, eine volle Übereinstimmung unter den Formzahlen verschiedener Staaten gefunden worden

wäre. Endlich darf nicht übersehen werden, daß, trotz des gemeinschaftlichen Arbeitsplans, die Untersuchungen vielleicht doch nicht von allen Beteiligten in ganz übereinstimmender Weise und mit gleichem Genauigkeitsgrade ausgeführt wurden.

2. Einfluß der Scheitelhöhe auf die Formzahl.

Schon unsere älteren Untersuchungen legten den großen Einfluß der Scheitelhöhe auf die Formzahl, namentlich bei noch lebhafter Längenentwicklung, klar. Wirft man daher einen prüfenden Blick auf die nur nach Scheitelhöhen geordnete Formzahlübersicht, Seite 180, und auf die den Verlauf der Formzahlen bildlich darstellende Fig. 69, so gelangt man zu folgenden einfachen Gesetzen:

a) Bezüglich der Derbholzformzahlen: Bäume, deren erste Sektion, wegen zu geringer Stärke, noch kein Derbholz liefert, besitzen natürlich auch keine Derbholzformzahlen. Schon bei 5 bis 6 m Scheitelhöhe beginnen die Derbholzformzahlen rasch zu steigen, erreichen je nach Holzart bei 16 bis 20 m (bei der Buche wohl noch etwas später) ihr Maximum und beginnen dann, wenigstens bei Kiefer und Fichte, wieder sehr langsam zu sinken. Ist das Hauptlängenwachstum einmal vollendet, dann laufen die Derb- und Baumformzahlkurven ziemlich parallel, d. h. die Reisholzformzahlen bleiben dann ziemlich konstant.

Bei gleich hohen Bäumen derselben Holzart weichen zwar die einzelnen Formzahlen noch beträchtlich von einander ab, die Differenzen sind aber viel geringer, als wenn man nach Preßlers Vorschlag statt der Höhen- nur Altersklassen gebildet hätte. Es folgt hieraus, daß nach Höhen geordnete Formzahlen die Formen der Bäume in viel engere Grenzen schließen, und darum vor Systemen, welche die Höhe unberücksichtigt lassen (Normalformzahlen), unbedingt den Vorzug verdienen. — Übrigens nehmen die Differenzen zwischen den Formzahlen mit wachsender Scheitelhöhe immer mehr ab. wie überhaupt extrem hohe oder niedere Formzahlen selten vorkommen.

b) Bezüglich der Baumformzahlen: Letztere nehmen im großen Ganzen mit wachsender Scheitelhöhe ab. Diese Abnahme ist aber keine der wachsenden Scheitelhöhe umgekehrt proportionale, sondern sie ist vor und mit Eintritt des größten Längewachstums am größten und fällt daher anfangs rascher und später langsamer. Bei der Rotbuche tritt nach ziemlich abgeschlossenem Höhewachstum wieder eine kleine Zunahme der Baumholzformzahl ein.

Für das Abnehmen der Brusthöhen-Formzahl mit wachsender Scheitelhöhe lassen sich zwei Hauptpunkte anführen. Einmal rückt mit wachsender Scheitelhöhe der Meßpunkt verhältmäßig tiefer, der Inhalt der Idealwalze wird dadurch größer, die Formzahl aber kleiner. Sodann scheint aber auch früher der Umstand übersehen worden zu sein, daß gerade in der Zeit des größten Längewachstums die Baumhöhe oft in einem 100 bis 200 mal größerem Verhältnisse als der Brusthöhendurchmesser zunimmt. Wir haben eine 15jährige Fichte vor uns, deren Brusthöhendurchmesser im letzten Jahre um 0,003 m, deren Höhe aber um 0,60 m zunahm. Hier übertrifft daher der Längezuwachs den Stärkezuwachs um das 200fache. Ein solcher Schaft hat alle Mühe, die Form des gemeinen Kegels auszufüllen, obgleich er nach oben breitere Jahrringe zeigt. Ein Baum scheint nämlich für das Auge oft sehr vollformig, weil er viel höher als ein anderer ist, der denselben Grunddurchmesser mit ihm hat und doch kann er vielleicht die Form des gemeinen Kegels nur wenig übersteigen. Man denke sich zwei Stämme von der Form des ebenen Kegels, beide mit dem Grunddurchmesser n; der eine besitze die Scheitelhöhe h, der andere 2 h, so wird der Baum von der halben Höhe bei h schon in eine Spitze verlaufen, während der doppelt so hohe hier noch einen Ablaß von $\frac{n}{2}$ besitzt, der hohe Baum hat also, technisch betrachtet, als Nutzholz einen weit höheren Wert, obgleich er auch nur die Form des gemeinen Kegels besitzt. Man darf deshalb daraus, daß niedere Bäume eine höhere Brusthöhenformzahl besitzen, nicht den Schluß ziehen, dieselben seien deshalb als Nutzholz technisch verwendbarer, im Gegenteil, längere Bäume haben einen höheren technischen Wert, weil sie in einer gewissen Höhe über dem Boden, bei gleicher Grundstärke noch einen größeren Durchmesser haben, trotzdem sie eine kleinere Formzahl besitzen.

Die König'schen Baumformzahlen nehmen, wie ein Blick auf Fig. 69 zeigt, proportional mit den wachsenden Scheitelhöhen ab, was unmöglich ist. Es ist daher vor weiterer praktischer Verwendung derselben und der König'schen Waldbestandstafeln namentlich II. Formklasse zu warnen. Die Formzahlen der Versuchsanstalten sind entschieden vorzuziehen. Am meisten stimmen die König'schen Formzahlen noch für Bäume mittlerer Höhen (20 bis 30 m). König's Untersuchungen bezogen sich offenbar mehr auf haubare und nahehaubare Bäume mittlerer Höhe; aus den Ergebnissen glaubte er dann auf die Formzahlen niedrigerer und höherer Bäume schließen zu können, sonst hätte er unmöglich zu dem falschen Resultat gelangen können, daß die Formzahlen wie eine arithmetische Reihe I. Ordnung abnehmen, d. h. eine absteigende gerade Linie bilden.

Klauprecht machte auch auf diesen Irrtum König's aufmerksam, indem er in den Beiträgen zur praktischen Forstwissenschaft von Hundeshagen, Band 3, Heft 2, Seite 76, im Jahre 1845 folgendes niederschrieb: „Irrig ist die Annahme König's, daß eine gleiche Höhenzunahme eine gleiche Abnahme der

Baumformzahl bewirke. Es findet kein arithmetisches Gesetz statt, sondern die Abnahme erfolgt nach anderen Gesetzen, nämlich bei kurzen (jungen) Bäumen ist für gleichen Höhenunterschied die Abnahme bedeutend rasch, für lange (alte) Bäume ist sie sehr gering. Hierin liegt ein arges Gebrechen der König'schen Tafeln und diese Thatsache macht den Gebrauch seiner Tafeln für junge Bestände unsicher, ja unmöglich".

Obgleich die König'schen Formzahlen namentlich für niedere (junge) Bäume mangelhaft sind, so wollen wir dieselben doch im Auszug und auf Metermaß umgerechnet, nachstehend folgen lassen. Sie haben für die im räumlichen freien und einzelnen Stande erwachsenen nahe haubaren und haubaren Bäume (Formklasse III, IV und V) so lange noch einigen Wert, als sie noch nicht durch neuere Untersuchungen entbehrlich gemacht sind.

König hat bei seinen Baumformzahlen folgende fünf Formklassen angenommen:

I. Klasse: Stämme, mehr gedrängt in die Höhe getrieben, mit dem wenigsten und schwächsten Astholze, der spitzigsten Krone und einem abfälligen Schaft. Auch solche, die räumlicher stehen, zwischen schnellwachsenden Holzarten oder zwischen Oberbäumen; zumal auf dürftigem Boden, von Stockausschlag, oder aus früherem zu lichten Stande.

II. Klasse: Stämme, in mäßigem Schlusse erwachsen, gehörig beastet, stumpfer in der Krone, hoch- oder vollschaftig, besonders auf kräftigem, Boden und mehr vom Samenanwuchse. Auch solche in räumlichem Stande teils auf dürftigem Boden, teils von Ausschlag.

III. Klasse: Stämme, die längere Zeit ganz räumlich gestanden haben, mit stärkerer Astverbreitung, gewölbter Krone und vollem Schafte, besonders auf kräftigem Boden. Auch dürftig im freien Stande erwachsen.

IV. Klasse: Frei erwachsen mit vielem starkem Astholze, breitem und kürzerem Schafte, besonders auf nicht zu geringem Standorte.

V. Klasse: Im einzelnen Stande, mit der stärksten Astverbreitung, der breitesten Krone und dem kürzesten Schafte. Bei dem Nadelholze ist in dieser Formklasse alles Astholz ausgeschlossen und dadurch im Gegensatze zum Laubholze die gehaltloseste Form gebildet. Unter keiner Klasse sind die Nadelholzzweige mitbegriffen. Die vollformigsten Nadelhölzer gehören der IV. Klasse an, es besteht daher für dieselben gar keine V. Klasse.

Zu vorstehenden fünf Formklassen bemerkt König noch weiter, daß die IV. und V. selten, die Formklassen I, II und III aber gewöhnlich als Mittelgrößen für ganze Waldbestände dienen können. Er schaltet daher auch zwischen jede der Klassen I bis IV noch eine Zwischenstufe ein*), welche wir jedoch in den folgenden Auszug der König'schen Formzahlen der Raumersparnis wegen nicht aufgenommen haben. König's Formzahlen beziehen sich auf eine Idealwalze, deren Grundstärke in Brusthöhe, d. h. etwa 1,5 m über dem Boden gemessen wurde. Der Anfangspunkt der Scheitelhöhe liegt um $^1/_4$ des Stockdurchmessers über der Bodenfläche. Folgende Übersicht enthält König's Formzahlen im Auszug.

*) Hilfstabellen der Forstmathematik zur Ausmessung, Gehalts- und Wertsberechnung aufbereiteter Hölzer, stehender Bäume und ganzer Waldbestände, von Dr. G. König.

Höhe	Eiche					Buche und Hainbuche				
	Baumformklasse					Baumformklasse				
Meter	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
5,0	0,578	0,629	0,699	0,788	0,886	0,568	0,614	0,674	0,749	0,837
7,5	0,572	0,624	0,694	0,782	0,880	0,562	0,609	0,669	0,743	0,831
10,0	0,566	0,619	0,689	0,776	0,873	0,556	0,604	0,664	0,738	0,825
12,5	0,560	0,614	0,684	0,770	0,866	0,550	0,599	0,659	0,732	0,819
15,0	0,554	0,609	0,678	0,764	0,860	0,544	0,594	0,654	0,727	0,813
17,5	0,548	0,603	0,673	0,758	0,854	0,538	0,589	0,649	0,721	0,807
20,0	0,542	0,597	0,667	0,752	0,847	0,532	0,583	0,643	0,715	0,801
22,5	0,536	0,592	0,662	0,746	0,840	0,527	0,578	0,638	0,710	0,794
25,0	0,530	0,586	0,657	0,740	0,833	0,521	0,573	0,633	0,704	0,787
27,5	0,524	0,581	0,652	0,734	0,827	0,515	0,568	0,628	0,699	0,781
30,0	0,518	0,576	0,646	0,728	0,820	0,509	0,563	0,623	0,693	0,775
32,5	0,512	0,570	0,640	0,722	0,814	0,503	0,557	0,617	0,687	0,769
35,0	0,506	0,565	0,635	0,716	0,807	0,497	0,552	0,612	0,682	0,763
37,5	0,500	0,560	0,630	0,710	0,800	0,491	0,546	0,607	0,676	0,757

Höhe	Ahorn, Esche, Ulme, Linde					Erle, Aspe, Pappel, Weide				
	Baumformklasse					Baumformklasse				
Meter	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
5,0	0,558	0,600	0,650	0,710	0,788	0,548	0,584	0,626	0,675	0,743
7,5	0,552	0,595	0,645	0,705	0,782	0,542	0,579	0,621	0,670	0,737
10,0	0,547	0,590	0,640	0,700	0,777	0,537	0,574	0,616	0,665	0,732
12,5	0,541	0,585	0,635	0,695	0,771	0,531	0,570	0,611	0,660	0,726
15,0	0,535	0,580	0,630	0,690	0,765	0,526	0,565	0,606	0,655	0,721
17,5	0,529	0,575	0,625	0,685	0,759	0,521	0,560	0,601	0,650	0,715
20,0	0,523	0,569	0,619	0,679	0,753	0,515	0,555	0,595	0,645	0,709
22,5	0,518	0,564	0,614	0,674	0,748	0,509	0,550	0,590	0,640	0,703
25,0	0,512	0,559	0,609	0,669	0,742	0,503	0,545	0,585	0,635	0,697
27,5	0,506	0,554	0,604	0,664	0,736	0,498	0,541	0,580	0,631	0,692
30,0	0,500	0,549	0,599	0,659	0,730	0,492	0,536	0,575	0,626	0,687
32,5	0,494	0,544	0,594	0,654	0,724	0,486	0,531	0,570	0,621	0,681
35,0	0,489	0,539	0,589	0,649	0,719	0,481	0,526	0,565	0,616	0,675
37,5	0,483	0,534	0,584	0,644	0,713	0,475	0,521	0,560	0,511	0,669

Höhe	Birke					Lärche und Kiefer			
	Baumformklasse					Baumformklasse			
Meter	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.
5,0	0,475	0,508	0,538	0,578	0,634	0,491	0,531	0,590	0,666
7,5	0,468	0,501	0,531	0,571	0,627	0,486	0,526	0,584	0,660
10,0	0,461	0,494	0,524	0,564	0,621	0,481	0,521	0,579	0,653
12,5	0,454	0,488	0,518	0,558	0,614	0,476	0,516	0,573	0,646
15,0	0,447	0,482	0,512	0,552	0,607	0,471	0,511	0,567	0,640
17,5	0,440	0,475	0,505	0,545	0,600	0,467	0,507	0,562	0,633
20,0	0,432	0,469	0,499	0,539	0,592	0,463	0,503	0,557	0,627
22,5	0,425	0,463	0,493	0,533	0,585	0,458	0,498	0,552	0,620
25,0	0,418	0,456	0,486	0,526	0,578	0,453	0,493	0,546	0,613
27,5	0,411	0,450	0,480	0,520	0,571	0,449	0,489	0,541	0,607
30,0	0,404	0,444	0,474	0,514	0,564	0,445	0,485	0,536	0,600
32,5	0,396	0,437	0,467	0,507	0,556	0,440	0,480	0,530	0,594
35,0	—	—	—	—	—	0,435	0,475	0,525	0,587
37,0	—	—	—	—	—	0,430	0,470	0,520	0,580

Höhe	Fichte und Tanne				Höhe	Fichte und Tanne			
	Baumformklasse					Baumformklasse			
Meter	1.	2.	3.	4.	Meter	1.	2.	3.	4.
5,0	0,557	0,597	0,646	0,706	27,5	0,501	0,541	0,585	0,645
7,5	0,551	0,591	0,639	0,699	30,0	0,494	0,534	0,578	0,638
10,0	0,544	0,584	0,632	0,692	32,5	0,488	0,528	0,571	0,631
12,5	0,538	0,578	0,625	0,685	35,0	0,482	0,522	0,565	0,625
15,0	0,532	0,572	0,618	0,678	37,5	0,476	0,516	0,558	0,618
17,5	0,528	0,566	0,611	0,671	40,0	0,470	0,510	0,551	0,611
20,0	0,519	0,560	0,605	0,665	42,5	0,464	0,504	0,544	0,604
22,5	0,513	0,554	0,599	0,659	45,0	0,457	0,497	0,537	0,597
25,0	0,507	0,547	0,592	0,652	47,5	0,451	0,491	0,531	0,591

3. Einfluß des Alters auf die nach Scheitelhöhen geordneten Formzahlen.

Die Frage, ob man neben der Scheitelhöhe auch noch das Alter der Bäume bei der Zusammenstellung der Formzahlen berücksichtigen müsse, war seither noch eine schwebende. Bekanntlich war Preßler der Ansicht, das Alter der Bäume übe auf die Formzahlen einen großen Einfluß aus, insbesondere warf er den bayrischen Massentafeln vor, in denselben seien die Alter viel zu wenig berücksichtigt worden. *) Das mir bei Bearbeitung der 3. Auflage dieses Lehrbuches 1882 zur Verfügung gestandene Material ließ nur so viel erkennen, daß der Einfluß des Alters bei nach Scheitelhöhen geordneten Formzahlen nur ein sehr geringer sei, weshalb ich damals bei meinen Zusammenstellungen auch das Alter unberücksichtigt ließ.

Auch die jetzt an 22757 Fichten in Deutschland von dem Vereine forstlicher Versuchsanstalten vorgenommenen Formzahluntersuchungen lieferten nach meiner Bearbeitung kein wesentlich verschiedenes Resultat. **) Bereits 1876 habe ich nachgewiesen, daß, wenn man die Formzahlen nach Scheitelhöhen und Altersklassen von 20 zu 20 Jahren ordnet, die gleich hohen jüngeren Fichten eine wenig höhere Formzahl als die älteren besitzen. Denselben Verlauf zeigen auch die jetzt in großem Umfange vorliegenden Untersuchungen der vereinigten deutschen Versuchsanstalten. Eine Bildung von nur 20jährigen Altersklassen erwies sich jedoch wegen des geringen Einflusses des Alters als unzweckmäßig; denn auch das jetzt vorliegende reichliche Material genügt noch nicht, den Einfluß des Alters auf die Formzahl ganz klar zu stellen. Nach schwerem Kampfe entschied ich mich endlich zur Bildung 40jähriger Altersklassen, indem ich die Formzahlen nach 21—60, 61—100 und 101 und mehrjähriger Bäumen ordnete.

Vergleicht man z. B. die nur nach Scheitelhöhen zusammengestellten Formzahlen der Fichte mit denen nach Scheitelhöhen und vorstehenden Altersklassen geordneten, so gelangt man zu folgenden Resultaten:

a) Bezüglich der Baumformzahlen. Die Formzahlen der Altersklassen 21—60 weichen nur bei den in diesem Alter selten vorkommenden Höhen 20—30 m um etwas (höchstens 0,02) von den nur nach Scheitelhöhen geordneten Zahlen ab. Die Formzahlen der Alters-

*) Die bayr. Massentafeln unterscheiden angehend haubare (60—90jährige) und haubare (über 90jährige) Bestände.

**) Man vergleiche F. Baur: Formzahlen und Massentafeln der Fichte. Berlin 1890.

klasse 61—100 differieren gar nicht, oder nur um wenige Tausendteile, während bei der Altersklasse über 100 Jahre nur die den schlechten Bonitäten angehörigen niedrigen Stämme zwischen 14 und 25 m um 1—2 Hundertteile von einander abweichen.

b. Bezüglich der Derbholzformzahlen sei bemerkt, daß hier die Differenzen bei den am häufigsten vorkommenden Höhen noch kleiner sind. Nur bei der Altersklasse über 100 Jahre sind die den Scheitelhöhen 20—27 m entsprechenden Zahlen um ca. 1 Hundertstel niedriger, als bei den nur nach Scheitelhöhen geordneten Formzahlen.

Es genügen also 40jährige Altersklassen selbst bei hohen taxatorischen Ansprüchen vollständig, für gewöhnliche Arbeiten könnte das Alter sogar unberücksichtigt bleiben.

Eine weitere Zusammenstellung der durchschnittlichen Buchenderbholzformzahlen von den unter meiner Leitung aufgenommenen Versuchsflächen in Württemberg *) ergab das Resultat, daß die durchschnittlichen Derbholzformzahlen der Bestände bei gleicher Bonität mit dem Alter (Höhe) wachsen, daß sie aber bei gleichen Altern mit abnehmender Bonität kleiner werden. Sodann, was besonders wichtig, daß Bestände gleicher Alter und Bonität im mittleren und höheren Lebensalter nur wenig verschiedene Formzahlen haben. Ähnliches gilt auch von den Baumformzahlen. Hieraus dürfte der Schluß gezogen werden dürfen, daß nahe haubare und haubare Bestände nach mittleren Formzahlen genauer kubiert werden können als jüngere.

4. Einfluß des Brustdurchmessers bei gleicher Scheitelhöhe und Altersklasse auf die Formzahl.

Bei Zusammenstellung der Formzahlübersichten, namentlich zum Zwecke der Bearbeitung von Massentafeln ist endlich noch die Frage von hohem Interesse, ob bei gleicher Scheitelhöhe und Altersklasse die Formzahlen gleicher Holzarten auch noch von dem Durchmesser beeinflußt werden. In meinen Schriften über die Fichte (1876) und Rotbuche (1881) bin ich dieser Frage bereits näher getreten. Es genügten jedoch zu dieser Untersuchung meine damaligen 1563 Fichten- und 2137 Rotbuchenstämme aus Württemberg noch nicht. Die Formzahlen wuchsen nämlich bald mit zunehmender Stärke der Bäume, bald nahmen sie wieder ab, ohne daß ein klar ausgesprochener gesetzlicher Zusammenhang hätte festgestellt werden können.

*) Vergleiche F. Baur: Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin 1881.

Die den bayerischen Massentafeln zu Grunde liegenden Formzahlen, berechnet aus 40 220 Stämmen verschiedener Holzarten, sind innerhalb derselben Altersklasse bald nach Scheitelhöhen und Stärken, bald nur nach Stärken geordnet. Für angehend haubare Fichten (60—90 jährig) sind die Schaftformzahlen bei 6—17 m hohen Bäumen nach Höhen und Stärken geordnet, während bei über 17 m hohen Schäften unterstellt wird, daß die Schaftformzahlen nur noch von der Stärke beeinflußt werden. *) Bei haubaren Fichten (über 90 jährig) werden die Formzahlen nur nach Brustdurchmessern geordnet und deshalb unterstellt, dieselben würden dann überhaupt nicht mehr von der Scheitelhöhe abhängen. Ähnlich bei der Weißtanne.

Die Baumformzahlen haubarer Buchen sind in den bayrischen Massentafeln nach Durchmessern und Scheitelhöhen geordnet, und zwar nehmen dieselben bis zu 33 m Höhe bei gleich hohen Stämmen mit wachsendem Durchmesser zu, bei über 33 m hohen nehmen sie jedoch wieder etwas ab. Unterstellt man dagegen gleich starke Stämme, so nehmen die Formzahlen mit wachsender Scheitelhöhe ab. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei haubaren Eichen.

Was nun die Fichtenformzahlen des Vereins deutscher forstl. Versuchsanstalten anbelangt, welche ich in meiner Schrift über „Formzahlen und Massentafeln der Fichte" 1890 bearbeitet habe, so hielt es auch hier schwer, den Einfluß des Durchmessers auf die Formzahlen klar nachzuweisen, wenn man gleiche Scheitelhöhen und Altersklassen unterstellt und die Zusammenstellungen nach einzelnen Staaten durchführt. Es sind eben von den einzelnen Staaten (Bayern, Sachsen und Württemberg etwa ausgenommen) immer noch zu wenig Formzahluntersuchungen vorgenommen worden, um diese Frage für jeden Staat definitiv entscheiden zu können. Erst wenn man das untersuchte Material nach Staatengruppen (Bayern, Preußen und Württemberg einerseits und Baden, Braunschweig und Sachsen andererseits) zusammenstellt, tritt der Einfluß des Durchmessers bei gegebener Höhe und Altersklasse deutlicher hervor. Bezüglich der Schaft-, Derb- und Baumformzahlen der Fichte glauben wir folgende Sätze feststellen zu können.

a) Bezüglich der Schaftformzahlen. Letztere wurden nur für 21—60 jährige Stämme berechnet. Nach Scheitelhöhen geordnete Formzahlen nehmen mit ersterer anfangs rasch, später langsamer ab; nach

*) Näheres kann hierüber nachgelesen werden in A. Ganghofer: „Der praktische Holzrechner". Augsburg 1875.

Durchmessern geordnete Schaftformzahlen nehmen ebenfalls in ähnlicher Weise mit dem Wachsen der ersteren ab. Ordnet man die Schaftformzahlen nach Höhen und Stärken, so nehmen dieselben einen komplizierteren Verlauf, als die Derb- und Baumformzahlen. Die Formzahlen von 4—10 cm starken Schäften nehmen mit wachsender Scheitelhöhe anfänglich rasch, später langsamer ab. Bei 10 cm starken Schäften scheinen die Formzahlen bei allen Scheitelhöhen dieselben zu bleiben. Bei 12 und mehr cm starken Bäumen steigen dagegen die Formzahlen mit wachsender Scheitelhöhe an.

b) Bezüglich der Derbformzahlen.

α) Alterklasse 21—60. Nur nach Scheitelhöhe geordnete Derbformzahlen wachsen anfänglich rasch, erreichen zwischen 18—23 m ihr Maximum und sinken dann langsam. Nach Stärken geordnete Derbformzahlen wachsen mit dem Durchmesser rasch, erreichen bei 17—20 cm Stärke ihr Maximum und sinken dann langsam. Bei gleichen Durchmessern wachsen die Derbformzahlen mit wachsender Scheitelhöhe anfänglich rasch, später sehr langsam. Bei gleichen Scheitelhöhen wachsen die Derbformzahleu eine Zeit lang mit wachsendem Durchmesser, beginnen aber von der Stärkestufe 18 cm an langsam zu sinken.

β) Alterklasse 61—100. Nur nach Scheitelhöhen geordnete Derbformzahlen wachsen mit dieser, erreichen mit 17 m Höhe etwa ihr Maximum und sinken dann langsam. Denselben Verlauf zeigen nach Stärken geordnete Formzahlen, dieselben erreichen etwa bei 17 cm ihr Maximum. Bei gleicher Scheitelhöhe steigen die Derbformzahlen mit wachsendem Brustdurchmesser wenig, erreichen bei 18 cm ihr Maximum und fallen dann langsam. Bei gleichem Durchmesser nehmen die Formzahlen mit wachsender Scheitelhöhe und zwar bis ca. 17 m in kaum nennenswerter Weise zu (es handelt sich nur um wenige Tausendteile) und fallen von da an langsam.

Höchst interessant ist, daß ich mich bezüglich dieses Resultats in voller Übereinstimmung mit den bayrischen Massentafeln befinde, in welchen bei angehend haubaren Fichten (60—90jährig) angenommen wird, daß die von den Derbholzformzahlen kaum abweichenden Schaftformzahlen von über 17 m hohen Fichten nur noch von dem Durchmesser beeinflußt werden. Es liegt hierin ein indirekter Beweis für den hohen Grad von Sorgfalt, welche man schon vor mehr als 40 Jahren der Berechnung der Formzahlen und damit der Massentafeln zuwandte.

γ) Altersklasse 100 und mehr Jahre. Nach Höhen geordnete Formzahlen nehmen mit wachsender Scheitelhöhe ab. Nach Stärken geordnete Formzahlen nehmen mit wachsendem Durchmesser ebenfalls ab. Bei Bäumen gleicher Stärke äußert die Scheitelhöhe keinen klar ausgesprochenen Einfluß auf die Formzahlen, weshalb man die letzteren nur nach Durchmessern ordnen kann. Zu dem gleichen Ergebnisse führten bereits die den bayr. Massentafeln zu Grunde liegenden Formzahlen.

c) Bezüglich der Baumformzahlen.

α) Altersklasse 21—60. Nach Höhen geordnete Baumformzahlen nehmen mit wachsender Scheitelhöhe ab; nach Stärken geordnete nehmen mit wachsendem Durchmesser ebenfalls ab. Dagegen ergeben sich keine klaren Formgesetze, wenn man von gleichen Scheitelhöhen ausgehend, den Einfluß der Durchmesser der Bäume auf die Formzahlen festzustellen sucht. So sind z. B. bei der Höhe 17 m und den Durchmessern

Centimeter	11	14	17	20	23
die Formzahlen	0,627	0,624	0,635	0,637	0,631.

Jedenfalls ist der Einfluß des Durchmessers auf die Formzahl bei gleicher Scheitelhöhe sehr gering, man kann deshalb die Baumformzahlen dieser Altersklasse nur nach Scheitelhöhen ordnen.

β) Alterklasse 61—100. Nach Scheitelhöhen geordnete Baumformzahlen nehmen mit wachsender Höhe ebenso, wie nach Stärken geordnete, mit wachsendem Durchmesser ab, denn der größeren Höhe wird bei ein und derselben Altersklasse in der Regel auch der größere Durchmesser entsprechen. Bei gleichen Scheitelhöhen nehmen anfänglich die Baumformzahlen mit wachsendem Durchmesser ganz langsam zu, erreichen etwa zwischen 20 und 22 cm Stärke ihr Maximum und nehmen dann wieder wenig ab. Die Differenzen sind jedoch äußerst gering, so daß eine Ausscheidung nach Stärkeklassen für gewöhnliche taxatorische Zwecke unnötig erscheint — Bei gleichem Durchmesser aber verschiedenen Höhen nehmen die Formzahlen anfänglich rasch, später aber langsamer ab. Die Formzahldifferenzen zwischen gleich starken aber verschiedenen hohen Bäumen sind in der Staatengruppe Bayern, Preußen und Württemberg bedeutend, während für Sachsen, Bayern und Braunschweig ein ähnlicher Nachweis nicht gelang. Wir konnten daher auch die bezüglichen Formzahlen nur nach Scheitelhöhen ordnen.

γ) Altersklasse 100 und mehr Jahre. Auch hier nehmen die Formzahlen mit wachsender Höhe sowohl, als wie mit wachsendem Durchmesser ab. Ordnet man aber nach Scheitelhöhen und Durchmessern,

so entspricht bei gleicher Scheitelhöhe dem größeren Durchmesser auch eine geringere Formzahl, ebenso nehmen bei gleichem Durchmesser die Formzahlen mit wachsender Scheitelhöhe ab.

Die Differenzen zwischen den Formzahlen gleich starker und gleich hoher Bäume sind bei dieser Altersklasse zwischen den beiden Staatengruppen am größten. Diese Wahrnehmung mag mit dem noch nicht ganz zureichenden Materiale zusammenhängen, welches bei der Verarbeitung zur Verfügnng stand.

Schon König fand, daß die Baumformzahlen mit wachsender Scheitelhöhe abnehmen; aber die König'schen Baumformzahlen bilden eine absteigende gerade Linie, Figur 69, keine Kurve, was unrichtig ist.

B. Die echten oder Normalformzahlen.

Dieselben gründen sich auf den Satz, daß ähnlichen Baumkörpern nur dann gleiche Formzahlen entsprechen können, wenn deren Grundstärken in einem der Scheitelhöhe proportionalen Abstande vom Boden abgegriffen werden. Preßler nannte sie daher echte- oder Normalformzahlen. Sie sind aber älteren Ursprungs, denn schon Smalian machte 1837 in seinen „Beiträgen zur Holzmeßkunst" und 1840 in seiner „Anleitung zur Feststellung des Waldzustandes u. s. w." darauf aufmerksam, daß man die Grundstärke allgemein in $\frac{1}{n}$ (sei es in $^1/_{15}$, $^1/_{20}$, $^1/_{25}$ u. s. w.) der Scheitelhöhe messen müsse.

Er schlug daher auch die Messung aller Bäume, mögen sie hoch oder niedrig sein, in $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe vor. Dieser Gedanke fand aber damals wenig Anklang und wurde daher später von Preßler wieder aufgegriffen und weiter verfolgt.

Es läßt sich nämlich nicht in Abrede stellen, und geht aus den mitgetheilten Brusthöhenformzahlen hervor, daß Bäume gleicher Holzart und gleicher Formklasse, welche dem Wortlaute nach doch gleiche Form haben sollten, sehr verschiedene Brusthöhenformzahlen besitzen. Diese Erscheinung rührt daher, daß bei den Brusthöhenformzahlen bei hohen und niedrigen Bäumen der Meßpunkt immer in konstanter Höhe (1,3 m) vom Boden, nicht aber in einem proportionalen Teile (z. B. $\frac{1}{n}$) der Scheitelhöhe liegt.

Nimmt man z. B. die Grundflächen der Idealwalzen gleichformiger Bäume ständig bei 1,3 m über dem Boden, so liegt dieselbe bei einem 10 m hohen Baume verhältnißmäßig viel höher, als bei einem 20 m hohen Baum, man muß daher auch dort eine verhältnißmäßig dünnere

und weniger inhaltsvolle Idealwalze und somit eine größere Formzahl als hier erhalten.

Der allgemeine mathematische Beweis, daß Brusthöhenformzahlen, auch ganz gleiche Baumformen vorausgesetzt, mit dem Wachsen der Scheitelhöhen abnehmen müssen, läßt sich für die verschiedenen Kegelformen leicht wie folgt führen:

a) Geradseitiger Kegel. Der Durchmesser der Grundfläche sei D, die konstante Höhe, zwischen Grundfläche und der Stelle, wo der Durchmesser abgegriffen wird, sei m, der Durchmesser in der konstanten Höhe (Meßpunkt) sei d, dse Scheitelhöhe aber H, so hat man, da bei dem geradseitigen Kegel sich die Durchmesser wie die Höhen verhalten:

$$D : d = H : H - m \text{ oder } D = \frac{H \cdot d}{H - m} \text{ und } D^2 = \frac{H^2 \cdot d^2}{(H-m)^2}.$$

Der Kubikinhalt des Kegels ist aber:

$$k = \frac{\pi\, D^2}{4} \cdot \frac{H}{3} = \frac{\pi}{12} \cdot H \frac{H^2 \cdot d^2}{(H-m)^2} = \frac{\pi}{12} \cdot H \cdot d^2 \cdot \frac{H^2}{(H-m)^2}.$$

Ebenso der Inhalt der Idealwalze: $\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H$; mithin die Formzahl

$$f = \frac{\frac{\pi}{12} \cdot H \cdot d^2 \cdot \frac{H^2}{(H-m)^2}}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H} = \frac{1}{3} \cdot \frac{H^2}{(H-m)^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{H^2 : H^2}{(H-m)^2 : H^2} =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(\frac{H-m}{H}\right)^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{m}{H}\right)^2}.$$

Wie man sieht, hängt die Formzahl von dem Wert des Quotienten $\frac{1}{\left(1 - \frac{m}{H}\right)^2}$ und dieser von der Scheitelhöhe H ab; der Wert desselben nimmt ab, wenn H wächst und nimmt zu, wenn H kleiner wird, folglich müssen auch die Brusthöhenformzahlen des geraden Kegels mit der Höhe abnehmen.

Da die Größe $1 - \frac{m}{H}$ stets < 1 ist, so muß $\frac{1}{\left(1 - \frac{m}{H}\right)^2}$ immer > 1 sein, d. h. die Formzahlen des gemeinen Kegels sind auch immer größer als $^1/_3$.

b) Paraboloid. Da sich beim Paraboloid die Quadrate der Durchmesser wie die Höhen verhalten, so ergiebt sich unter Beibehaltung der obigen Bezeichnungen:

$$D^2 : d^2 = H : H - m \text{ oder } D^2 = \frac{d^2 . H}{H - m}.$$

Der Kubikinhalt des Paraboloids ist aber:

$$k = \frac{\pi . D^2}{4} . \frac{H}{2} = \frac{\pi}{8} . H . \frac{d^2 . H}{H - m}.$$ Ebenso ist der Kubikinhalt der Idealwalze $= \frac{\pi}{4} . d^2 . H$; daher auch die Formzahl des Paraboloids:

$$f = \frac{\frac{\pi}{8} . H . \frac{d^2 . H}{H - m}}{\frac{\pi}{4} d^2 . H} = \frac{1}{2} . \frac{H}{H - m} = \frac{1}{2} . \frac{1}{1 - \frac{m}{H}}.$$

Auch hier ist also die Formzahl von der Höhe abhängig und nimmt mit dem Wachsen der letzteren ab, ohne unter $^1/_2$ oder 0,50 herabsinken zu können.

c) Neiloid. Beim Neiloid verhalten sich die Quadrate der Durchmesser wie die dritten Potenzen der Höhen und man hat daher unter Beibehaltung der vorigen Bezeichnungen:

$$D^2 : d^2 = H^3 : (H - m)^3 \text{ oder } D^2 = \frac{d^2 . H^3}{(H - m)^3}.$$

Der Inhalt des Neiloids ist: $\frac{\pi . D^2}{4} . \frac{H}{4} = \frac{\pi}{16} . H . \frac{d^2 . H^3}{(H - m)^3}$,

ebenso der Inhalt der Idealwalze $= \frac{\pi d^2}{4} . H$, daher die Formzahl des

Neiloids $f = \frac{\frac{\pi}{16} . H . \frac{d^2 . H^3}{(H - m)^3}}{\frac{\pi}{4} . d^2 . H} = \frac{1}{4} . \frac{H^3}{(H - m)^3} = \frac{1}{4} \frac{1}{\left(1 - \frac{m}{H}\right)^3}.$

Es sind daher auch beim Neiloid die Brusthöhenformzahlen von der Höhe abhängig, mit welcher sie abnehmen, ohne unter $^1/_4 = 0{,}25$ herabsinken zu können.

Angenommen, man habe zwei ähnliche Baumstämme, welche von der Grundfläche bis zum Gipfel einen gemeinen ebenen Kegel bilden sollen.

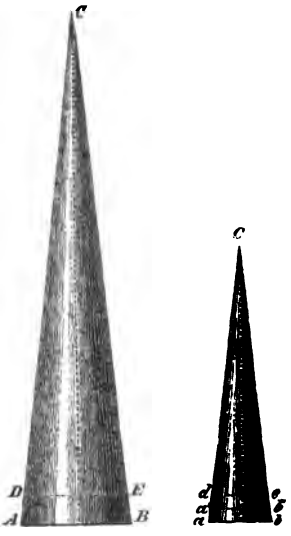


Fig. 70.

Der Stamm ABC, Fig. 70, sei 20 m hoch und messe am Stockabschnitte AB 40 cm; der ähnliche Stamm abc sei nur 10 m lang, er hat deshalb am Stockabschnitte ab nur 20 cm. Obgleich nun beide Stämme, wegen ihrer ganz gleichen Form, dem Wortlaute nach gleiche Formzahlen liefern müßten, so wäre dies doch nicht der Fall, wenn man z. B. zur Ermittlung des Idealwalzengehalts die Durchmesser beider Bäume übereinstimmend 1 m über dem Stockabschnitte, also an den Stellen DE und de, abnehmen wollte; denn der Durchmesser DE wäre dann = 38, der Durchmesser de = 18 cm. Berechnet man nach diesen Zahlen die Formzahlen der beiden ähnlichen Kegel, so findet man:

Inhalt des Kegels $ABC = k = \frac{g \,.\, H}{3} = \frac{0{,}785 \,.\, 0{,}40^2 \,.\, 20}{3} =$

$= \frac{0{,}126 \times 20}{3} = 0{,}84$ fm.

„ „ „ $abc = k' = \frac{g' \,.\, H'}{3} = \frac{0{,}785 \,.\, 0{,}20^2 \,.\, 10}{3} =$

$= \frac{0{,}0314 \,.\, 10}{3} = \frac{0{,}314}{3} = 0{,}105$ fm.

Ferner:

Inhalt der Idealwalze des Kegels

$ABC = g \,.\, H = 0{,}785 \,.\, 0{,}38^2 \,.\, 20 = 0{,}1134 \,.\, 20 = 2{,}268$ fm.

Inhalt der Idealwalze des Kegels

$abc = g' \,.\, H' = 0{,}785 \,.\, 0{,}18^2 \,.\, 10 = 0{,}025 \,.\, 10 = 0{,}254$ fm.

Daher Formzahl des Kegels $ABC = f = \frac{k}{g \,.\, H} = \frac{0{,}84}{2{,}268} = 0{,}37$ und

„ „ „ „ $abc = f' = \frac{k'}{g' H'} = \frac{0{,}105}{0{,}254} = 0{,}41.$

Die Formzahlen der beiden ähnlichen Körper ABC und abc weichen daher um $0{,}41 - 0{,}37 = 0{,}04$ von einander ab. Dagegen erhält

man ganz übereinstimmende Formzahlen, wenn man bei dem zweiten Stamme wie bei dem ersten die Grundstärke der Idealwalze in $^1/_{20}$, nicht aber, wie es soeben geschehen, in $^1/_{10}$ der Scheitelhöhe abgreift. Nimmt man nämlich den Durchmesser des Stammes a b c auch in $^1/_{20}$, d. h. in 0,5 m über dem Stockabschnitt, oder in a' b' ab, so findet man ihn 0,19 cm, und es ist die Idealwalze für diesen Fall nicht 0,254 fm, sondern: $g'' \cdot H' = 0{,}785 \cdot 0{,}19^2 \cdot 10 = 0{,}284$ fm. Mithin ist die dieser Idealwalze entsprechende Formzahl, des 10 m hohen Stammes $= \frac{0{,}105}{0{,}284}$ $= 0{,}37$, welche mit der Formzahl des 20 m hohen Stammes A B C genau übereinstimmt.

Hieraus folgt der theoretisch richtige Satz, daß bei Normalformzahlen, die Bäume mögen hoch oder niedrig sein, gleichen Baumformen immer gleiche Formzahlen entsprechen. Ob dieser Satz praktisch verwertbar ist, soll später untersucht werden.

Der allgemeine mathematische Beweis, daß Normalformzahlen von der Scheitelhöhe unabhängig sind, läßt sich für die drei verschiedenen Kegelformen wie folgt führen*):

a) Gemeiner Kegel. Es sei H die Scheitelhöhe, D der Durchmesser der Grundfläche, δ derjenige in $\frac{1}{n}$ H, so hat man:

$$D : \delta = H : H - \frac{1}{n} H \text{ oder } D = \frac{\delta \cdot H}{H - \frac{1}{n} H} = \delta \cdot \frac{1}{(1 - \frac{1}{n})} \text{ und}$$

$$D^2 = \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2}.$$

Der Inhalt des Kegels ist aber: $\frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{3} = \frac{\pi}{12} \cdot H \cdot \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2}$,

ebenso ist die Idealwalze des Kegels: $\frac{\pi}{4} \cdot \delta^2 H$, daher auch die Formzahl

$$f = \frac{\frac{\pi}{12} \cdot H \cdot \delta^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2}}{\frac{\pi}{4} \cdot \delta^2 \cdot H} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2}.$$

*) Vergl. Kunze, Holzmeßkunst, Seite 121—122.

Wie man sieht, kommt in diesem Ausdruck für die Formzahl die Höhe H nicht vor, erstere ist also von derselben unabhängig, bleibt somit für gleiche Körperformen konstant.

b) Paraboloid. Behält man dieselben Bezeichnungen bei, so ist:

$$D^2 : \delta^2 = H : H - \frac{1}{n} H \text{ oder } D^2 = \frac{\delta^2 . H}{H - \frac{1}{n} H} = \delta^2 . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}.$$

Der Inhalt des Paraboloids ist: $\frac{\pi . D^2}{4} . \frac{H}{2} = \frac{\pi}{8} . H . \delta^2 \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}$;

ebenso ist die Idealwalze des Paraboloids $\frac{\pi \delta^2}{4} . H$, daher auch die

$$\text{Formzahl } f = \frac{\frac{\pi}{8} . H . \delta^2 . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}}{\frac{\pi}{4} . \delta^2 . H} = \frac{1}{2} . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}.$$

Auch dieser Ausdruck für die Formzahl enthält die Höhe H nicht, ist also ebenfalls von derselben unabhängig.

c) Neiloid. Unter Beibehaltung derselben Bezeichnungen ist:

$$D^2 : \delta^2 = H^3 : \left(H - \frac{1}{n} H\right)^3 \text{ oder } D^2 = \frac{\delta^2 . H^3}{\left(H - \frac{1}{n} H\right)^3} = \delta^2 . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^3}.$$

Der Inhalt des Neiloids ist: $\frac{\pi . D^2}{4} . \frac{H}{4} = \frac{\pi}{16} . H . \delta^2 . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^3}$,

die Idealwalze des Neiloids ist: $\frac{\pi . \delta^2}{4} . H$, daher auch

$$\text{die Formzahl desselben} = \frac{\frac{\pi}{16} . H . \delta^2 . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^3}}{\frac{\pi}{4} . \delta^2 . H} = \frac{1}{4} . \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)^3}.$$

Auch dieser allgemeine Ausdruck für die Formzahl ist von der Scheitelhöhe unabhängig.

Setzt man in die unter a, b und c entwickelten Formeln für die Formzahlen der drei Kegelformen nach Smalian's Vorgang n = 20, so erhält man

die Formzahl des Paraboloids:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1-\frac{1}{n}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1-\frac{1}{20}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{20}{19} = 0{,}526,$$

die Formzahl des ebenen Kegels:

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{n}\right)^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{20}\right)^2} = \frac{1}{3}\left(\frac{20}{19}\right)^2 = 0{,}369,$$

die Formzahl des Neiloids:

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{n}\right)^3} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\left(1-\frac{1}{20}\right)^3} = \frac{1}{4}\left(\frac{20}{19}\right)^3 = 0{,}292.$$

Selbstverständlich kann man auch bei den echten Formzahlen wieder zwischen Derb-, Schaft- und Baumformzahlen unterscheiden.

Die echten Formzahlen haben gegenüber den Brusthöhenformzahlen, theoretisch genommen, den Vorzug, daß die Formverhältnisse der Bäume nach ihnen leichter übersehen werden können; denn sie lassen sich, da sie von den Scheitelhöhen unabhängig sind, viel gedrängter und übersichtlicher darstellen. In der Praxis haben sich aber die echten Formzahlen nicht bewährt. Insbesondere ist die Forderung, die Grundstärke der Bäume je nach der Scheitelhöhe der letzteren bald höher, bald tiefer abzugreifen, bei Bestandesschätzungen praktisch unausführbar. Wir kommen darauf bei Besprechung der Bestandesschätzung nach Formzahlen später zurück.

Die erst von Smalian und später von Preßler veröffentlichten Normalformzahlen beziehen sich auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe. Angaben über Art der Entstehung und Umfang des zur Untersuchung gekommenen Materials fehlen. Sie sind deßhalb schon aus diesem Grunde mit großer Vorsicht aufzunehmen. Die Smalian'schen Formzahlen bewegen sich überdieß schon innerhalb der einzelnen Holzarten in so weiten Grenzen, daß wir nicht wagen, sie hier mitzuteilen.

Dagegen lassen wir die Preßler'schen Normalformzahlen hier folgen.*)

In dieser Übersicht bedeuten die größeren Zahlen Stammformzahlen, die diesen als Exponenten beigesetzten kleineren Zahlen sind die

*) Vergleiche Preßlers Holzmeßkunst, 3. Abtl. Tafel 16. A. Berlin 1873.

Astformzahlen, die Summe beider drücken natürlich die Baumformzahlen aus. Der Strich über einzelnen Astformzahlen bedeutet „reichlich oder $^1/_2$“.

Preßler's Normalformzahlen.

Normales Hölzer vom Alter	Jung- $^1/_4$ A		Mittel- $^1/_2$ A		Alt- A		Hochalt-Holz $1^1/_2$ A	
Formklasse: oder:	I. abholzig	II. ziemlich abholzig		III. mittel holzig		IV. vollholzig		V. sehr vollholzig
Tanne . .	42^{10}	bis	45^{9}	bis	48^{8}	bis	52^{7}	bis	56^{6}
Fichte . .	41^{9}	„	43^{9}	„	46^{8}	„	49^{8}	„	53^{7}
Kiefer . .	40^{12}	„	43^{10}	„	46^{8}	„	50^{7}	„	55^{6}
Lärche . .	40^{9}	„	42^{9}	„	44^{8}	„	47^{7}	„	50^{6}
Buche . .	40^{15}	bis	44^{14}	bis	47^{13}	bis	51^{12}	bis	55^{11}
Eiche . .	40^{15}	„	43^{15}	„	46^{41}	„	50^{14}	„	53^{13}
Erle . . .	42^{11}	„	$45^{\overline{10}}$	„	48^{10}	„	52^{9}	„	55^{8}
Birke . .	40^{9}	„	$42^{\overline{8}}$	„	44^{8}	„	46^{7}	„	49^{7}

Ulme, Ahorn, Esche, Aspe, Weide: wahrscheinlich zwischen Erle und Birke.

Aus vorstehender Übersicht folgt, daß Preßler, ähnlich wie König, fünf Formklassen unterscheidet und es handelt sich daher nur darum, den Baum in die richtige Klasse einzuschätzen, was allerdings so einfach nicht ist. Einen Hauptanhalt gewährt hierbei nach Preßler das Alter des Baumes. Nennt man das Alter, in welchem der Bestand den höchsten gemeinjährigen Durchschnittszuwachs liefert, normales Forstalter A, so nennt Preßler Hölzer vom Alter $^1/_4$A Junghölzer, von $^1/_2$A Mittelhölzer, von A Althölzer und von $1^1/_2$A Hochalthölzer. Hiernach sind nach vorstehender Tabelle die Bäume zwischen der I. und II. Formklasse Junghölzer, diejenigen zwischen der II. und III. Klasse Mittelhölzer, der III. und IV. Klasse Althölzer und der IV. und V. Klasse Hochalthölzer.

Das normale Forstalter soll je nach den vorliegenden Standortsverhältnissen schwanken

bei der Eiche zwischen 80—160 Jahren
„ „ Buche und Tanne „ 70—130 „

bei der	Fichte	zwischen	60—120	Jahren
„ „	Kiefer	„	50—100	„
„ „	Lärche und Erle	„	40— 80	„
„ „	Birke	„	30— 60	„

Preßler fügt seinen Formzahlen u. A. noch folgende Bemerkungen bei: „1) Bei lichterem bis ganz lichtem Erwuchse wird die Stammformzahl kleiner, in der Regel bis um ihr Zehntel, und die Astformzahl größer bis um ihre Hälfte. 2) Bei dichtem bis gedrängtem und bis gedrücktem Erwuchse wird die Stammformzahl größer im Jungholz bis um 1 Fünftel, im Mittel- und Altholz bis um 1 Zehntel und die Astformzahl kleiner bis um ihr Drittel und sogar bis um ihr Halbes".

An Einfachheit läßt die vorstehende Charakteristik der Normalformzahlen nichts zu wünschen übrig, denn dieselben sollen nur von dem Schlusse und dem Alter des Bestandes, nicht aber von der Scheitelhöhe abhängen. Es fragt sich nur, ob die gemachten Annahmen und die mitgeteilten Preßler'schen Zahlen richtig sind.

Schon König bemerkte hinsichtlich der Normalzahlen in seiner Forstmathematik folgendes: „Die Stärkemessung in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe ist untunlich, beschwerlich und unrichtig, denn man müßte vor jeder Messung erst die Scheitelhöhe schätzen, in niedrigen Beständen knieend messen und zuweilen die Wurzelrücken umspannen, zuweilen nicht".

Forstrat Dr. Klauprecht*) hielt die Stärkemessung nur in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe nicht für angemessen, denn er berechnete für mittelhohe Bestände Formzahlen für $\frac{1}{10}$ und für höhere Bestände solche für $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe.

Dr. G. Heyer**) unterzog denselben Gegenstand einer näheren Untersuchung, und fand es ebenfalls unpraktisch, die Grundstärke stets in $\frac{H}{20}$ statt je nach Bedürfnis allgemein in $\frac{H}{n}$ abzunehmen. Er äußerte damals ganz ähnliche Bedenken wie König und andere, welche sich den Gegenstand ernstlich überlegten, und drückte sie daher auch auf Seite 61 seiner Schrift wie folgt aus: „Praktisch ist die Messung in $\frac{H}{n}$ kaum aus-

*) Dr. Klauprecht, Holzmeßkunst 1846, Seite 45 und 47.

**) G. Heyer, die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Bestände. Dessau 1852.

führbar, zum wenigsten bei größeren Taxationen. Welche Umständlichkeit würde es in der That verursachen, wenn man die Höhe jedes Baumes erst messen, dann dieselbe durch n dividieren und nun den Durchmesser in $\frac{H}{n}$ vom Boden abgreifen wollte. Mit dem bloßen Schätzen von H und $\frac{H}{n}$ reicht man aber hier nicht aus, denn dieses ist nicht zuverlässig genug, und es können sich dabei größere Fehler einstellen, als wenn man alle Bäume in einer konstanten Entfernung vom Boden, d. h. in Brusthöhe mißt . . . . . "

Der Verfasser selbst kam schon in seiner Schrift „die Fichte" (Berlin 1876) zu dem Resultate, daß den Brusthöhenformzahlen die Zukunft gehöre und seine neuesten Untersuchungen über die Rotbuche (Berlin 1881) bestätigen diese Ansicht. Professor Kunze in Tharand erklärt die Normalformzahlen für wertlos (Tharander Jahrbuch, Supplementband II. 1. 1881) und der Verein forstlicher Versuchsanstalten beschloß 1879 die echten Formzahlen nicht weiter zu berechnen.

Preßler hält dagegen die Brusthöhenformzahlen für „einseitig, pedantisch, unsystematisch und unpraktisch", die Normalformzahlen aber für „vielseitig, praktisch, systematisch, mit erheblichen wissenschaftlichen Kunstgriffen (ohne umständliche mechanische Knaupelei) und der rechten technischen Kunst ausgerüstet", und könne man letztere bei „etwas mathematischem Bewußtsein und geometrisch gebildeter Phantasie" bis auf eine Einheit genau ansprechen!

Über die auf Brusthöhenformzahlen sich begründenden bayer. Massentafeln wurde unter Anderm von Preßler folgendes scharfe Urteil gefällt*): „Die bayerischen Massentafeln können zu einer eigentlichen Kunst der Baum- und Massenschätzung ebenso wenig führen, weil auch sie eine konstante Höhe bei der Stärkemessung gewählt und auch ihre erlangten und gebrauchten Formzahlen die in der Taxationspraxis unzulässige Eigentümlichkeit haben, daß sie nicht allein von der Form, sondern bei gleicher Form auch noch von der Höhe des Baumes abhängen". Preßler hatte bei diesem irrigen Ausspruche offenbar nicht bedacht, daß man die Grundstärke der Bäume nicht einseitig in $\frac{H}{20}$, sondern ganz allgemein in $\frac{H}{n}$ abzugreifen notwendig habe. Da aber bei den bayerischen Massentafeln Höhenklassen ausgeschieden werden, so genügen sie auch vollständig der

*) Tharander Jahrbuch 1853, Seite 23.

Theorie, indem bei konstantem Meßpunkt über dem Boden dieser sich je nach der Höhe der Bäume bald auf $\frac{H}{10}, \frac{H}{11}, \frac{H}{12}, \ldots \frac{H}{20}, \frac{H}{21}$ u. s. w. bezieht.

Übrigens haben unsere Untersuchungen über die Normalformzahlen das Resultat ergeben, daß die von Preßler einer Formklasse zugewiesenen Bäume keineswegs nahe zusammenfallende Formzahlen haben und daß die Preßler'schen Formzahlen nicht geeignet sind, Vertrauen zu erwecken. Auch Kunze kommt bei seinen eingehenden Untersuchungen zu denselben Resultaten*)

An der klg. württemb. Versuchsanstalt wurden nämlich unter unserer Leitung auch die Normalformzahlen von 1536 Fichten und 2229 Rotbuchen der verschiedensten Altersklassen untersucht. Wir lassen die Resultate in nachstehender Tabelle folgen:

Normalformzahlen von Baur.

Bonität	21—40 jährig		41—60 jährig		61—80 jährig		81 und mehrjährig	
	Fichte	Rotbuche	Fichte	Rotbuche	Fichte	Rotbuche	Fichte	Rotbuche
			I. Schaftformzahlen.					
I.	0,456	.	0,495	.	0,489	.	0,490	.
II.	0,451	.	0,518	.	0,499	.	0,500	.
III.	0,409	.	0,545	.	0,502	.	0,471	.
IV.	.	.	0,511	.	0,511	.	.	.
Durchschnitt	0,439	.	0,517	.	0,500	.	0,487	.
			II. Derbformzahlen.					
I.	0,322	0,297	0,461	0,424	0,483	0,490	0,488	0,502
II.	0,295	0,244	0,368	0,387	0,475	0,456	0,489	0,502
III.	0,173	0,228	0,308	0,306	0,421	0,429	0,461	0,477
IV.	.	.	0,290	0,272	0,372	0,339	.	0,439
V.	.	.	.	.	.	.	.	0,411
Durchschnitt	0,298	0,250	0,359	0,347	0,438	0,424	0,479	0,475
			III. Baumformzahlen.					
I.	0,647	0,537	0,602	0,565	0,566	0,569	0,557	0,587
II.	0,710	0,591	0,646	0,572	0,581	0,559	0,569	0,581
III.	0,737	0,563	0,731	0,566	0,591	0,562	0,561	0,565
IV.	.	.	0,723	0,535	0,646	0,545	.	0,535
V.	.	.	.	.	.	0,570	.	0,564
Durchschnitt	0,698	0,574	0,675	0,562	0,596	0,558	0,562	0,574
Nach Kunze		0,56		0,54		0,56		0,57

*) Tharander forstl. Jahrbuch, herausgegeben v. Dr. M. Kunze. Supplemente, VI. Band. 1890.

Die Kunze'schen Zahlen stimmen daher mit den meinigen ganz nahe überein.

Unterzieht man die Ansichten Preßler's und die neuen Untersuchungen der Normalformzahlen einer kritischen Beurteilung, so gelangt man zu folgenden Sätzen:

1. Die Ansicht Preßler's, wonach die echten Schaft- und Baumformzahlen der Fichte und Buche mit wachsendem Alter zunehmen sollen, hat sich nicht bestätigt.

2. Die Derbholzformzahlen, mögen sie echt oder unecht sein, wachsen natürlich aus bekannten Gründen längere Zeit mit wachsendem Alter, jedoch hat Preßler keine Derbholzformzahlen veröffentlicht und ist daher an diesem Resultate nicht beteiligt.

3. Die echten Derbholzformzahlen nehmen bei gleichem Bestandesalter mit abnehmender Bonität ab.

4. Eine Gruppierung der echten Formzahlen nur nach Jung-, Mittel-, Alt- und Hochalthölzern, wie sie Preßler vorschreibt, ist für Bestandesschätzungen, noch weniger für die Kubierung einzelner Bäume, lange nicht zuverlässig genug, weil zwei nebeneinander stehende gleich alte Bäume in einem und demselben Bestande oft sehr verschiedene Formzahlen haben, ohne daß man es ihnen äußerlich ansieht. Ja noch mehr, selbst die echten, von gleich alten oder nahe gleich alten Beständen herrührenden Bestandesformzahlen gleicher Bonität, zeigen noch beträchtliche Abweichungen, wie sich solches aus nachstehenden Tabellen für Derb- und Baumformzahlen der Buche ergiebt.

Dieselben zeigen nämlich die Grenzen, zwischen welchen sich die Bestandesformzahlen von über 180 Versuchsflächen (nicht die Formzahlen der einzelnen Probestämme in denselben, welche selbstverständlich noch weit größere Differenzen zeigen) bewegen.

Normale Buchen-Derbholzformzahlen.

Alter Jahre	I. Bonität	II. Bonität	III. Bonität	IV. Bonität	V. Bonität
21— 40	0,217—0,392	0,120—0,432	0,143—0,326	—	—
41— 60	0,359—0,481	0,318—0,470	0,207—0,422	0,222—0,355	—
61— 80	0,483—0,495	0,420—0,488	0,411—0,443	0,300—0,421	0,24—0,384
81—100	0,467—0,522	0,469—0,522	0,418—0,498	0,373—0,464	—
101—135	0,498—0,577	0,498—0,525	0,477—0,528	—	0,395—0,454

Normale Buchen-Baumformzahlen.

21— 40	0,522—0,567	0,513—0,647	0,513—0,715	—	—
41— 60	0,534—0,618	0,525—0,596	0,546—0,608	0,487—0,589	—
61— 80	0,565—0,573	0,523—0,587	0,532—0,605	0,525—0,571	0,542—0,615
81—100	0,542—0,615	0,538—0,610	0,527—0,626	0,529—0,564	—
101—135	0,580—0,633	0,563—0,617	0,536—0,600	—	0,546—0,598

Aus den vorstehenden Übersichten geht hervor, daß Normalformzahlen der Bestände, noch mehr aber diejenigen der einzelnen Bäume, selbst unter Voraussetzung gleicher Altersklassen, viel stärker von einander abweichen, als Brusthöhenformzahlen; erstere sind deshalb zur Baum- und Bestandesschätzung weit weniger geeignet als Brusthöhenformzahlen, welche auf kürzerem Wege bessere Resultate liefern.

5. Innerhalb ein und derselben Bonität nehmen die Differenzen zwischen den Baumformzahlen sowohl, als zwischen den Derbformzahlen, mit wachsendem Alter ab, woraus folgt, daß die Sicherheit in der Massenaufnahme der Bestände nach Normalformzahlen mit dem wachsenden Bestandesalter zunimmt, was auch bei Brusthöhenformzahlen schon bewiesen wurde.

Das Resultat unserer Betrachtung ist, daß die Normalformzahlen den praktischen Bedürfnissen nicht entsprechen, während sich ein Ausbau der Brusthöhenformzahlen entschieden lohnt.

C. Die Formzahlen von Hans Riniker.

Riniker nimmt in der Formzahllehre einen neuen Standpunkt ein*). Nach ihm sind die Brusthöhenformzahlen nicht einmal unechte Formzahlen, er fragt daher gar nicht nach dem praktischen Wert oder Unwert derselben, sondern wirft sie „als faule Frucht oberflächlicher Betrachtung über Bord". Dieses harte und wie wir glauben unbillige Urteil fand bis jetzt wenig Anklang. Aber auch die Normalformzahlen verletzten das mathematische Gefühl Riniker's. Man soll auch nach letzteren keine „absoluten" Formzahlen erhalten, weil der Meßpunkt immer über der unteren Grundfläche des Baumes (Stockabschnitt) genommen werde, während beide nach ihm zusammenfallen sollten. Riniker schlägt daher vor, Reduktions- oder Formzahlen nur für denjenigen Schaftteil (?) des Baumes zu berechnen, welcher über dem Meßpunkt, resp. über den Wurzelanläufen liegt. Der Meßpunkt soll sich auf konstante Höhe über dem Boden beziehen. Der Inhalt der unter dem Meßpunkt liegenden Stammrumpfe soll durch Multiplikation der Meßpunktsgrundfläche mit der Meßpunktshöhe (Entfernung vom Stockabschnitt bis zum Meßpunkt) und

*) Hans Riniker, Oberförster in Aargau, über Baumform und Bestandesmasse. Aarau 1873.

Hinzurechnung eines bestimmten Prozentes für die Erweiterung des Stammes gegen den Stock hin ermittelt werden. Man müßte also eine Formzahl für den Oberbaum und eine solche für den Rumpf (Unterbaum) ermitteln, worin keine Vereinfachung, sondern eine große Erschwerung liegt. Riniker übersieht hier, daß es sich in der Holzmeßkunde weniger um „absolute" Formzahlen, sondern um zuverlässige Reduktionszahlen handelt, mittelst derer der Inhalt der Idealwalze in befriedigender Weise auf den Baumінhalt reduziert werden kann. Solche Zahlen haben wir aber in den Brusthöhenformzahlen. Da Riniker selbst nur wenige „absolute" Formzahlen, und zwar auf dem umständlichen und ungenaueren Wege der Stammanalyse ermittelt hat, seine Gedanken bis jetzt auch keine Nachahmer fanden und der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten sich für Brusthöhenformzahlen entschied, so wird die „faule Frucht" der letzteren auch in Zukunft noch die genießbarste bleiben.

D. Die Schätzung nach der Gehalts- oder Formhöhe.

Dieses Verfahren ist im Grunde genommen nur die Formzahlmethode in anderer Gestalt.

Denkt man sich nämlich einen Schaft oder Baum flüssig und in seine Scheitel- oder Idealwalze hineingegossen, so wird letztere, wie bereits gezeigt wurde, zwar nicht ganz, oder doch um so viel höher ausgefüllt werden, je vollholziger der Baum oder Schaft, d. h. je größer dessen Formzahl ist.

Diese ausgefüllte Walze, welche zwar gleiche Grundfläche mit der Idealwalze, aber stets eine geringere Höhe als letztere hat, nennt König Gehaltswalze und die entsprechende Höhe (h) Gehaltshöhe. Preßler wählt hierfür die Bezeichnung Formhöhe.

Da, wie nachgewiesen, der Kubikinhalt eines stehenden Baumes nach der Formel $k = g.H.f$ gefunden wird, dieser aber, wie wir jetzt wissen, auch dem Inhalte der Gehaltswalze $g.h$ (Grundfläche × Gehaltshöhe) gleich ist, so hat man auch $k = g.h$. Werden die beiden Werte von k einander gleich gesetzt, so ist:

$$g.H.f = g.h \text{ oder}$$

$$h = H.f \text{ und } f = \frac{h}{H}.$$

Hieraus folgt, daß man die Gehaltshöhe eines Baumes findet, wenn man die Scheitelhöhe desselben mit dessen Form-

zahl multipliziert; daß sich aber auch die Formzahl finden läßt, indem man die Gehaltshöhe durch die Scheitelhöhe dividiert.

Es liegt hierin ein Mittel, dem Praktiker die Kubierung stehender Bäume dadurch noch zu erleichtern, daß man zu jeder Scheitelhöhe (H) und der dem Baume entsprechenden Formzahl (f) die zugehörige Gehalts- oder Formhöhe (h) berechnet und in einer Tafel übersichtlich zusammenstellt. Im Besitze einer solchen Tafel hat man alsdann nur noch nötig, den der gefundenen (aus der Tafel direkt ablesbaren) Gehaltshöhe entsprechenden Inhalt der Gehaltswalze in einer gleichfalls voraus berechneten Walzentafel aufzuschlagen, um ohne alle Rechnung den Inhalt des Baumes zu finden.

Beispiel: Ein Baum besitze die Scheitelhöhe 30 m und die Grundstärke 48 cm. Hat man die Formzahl dieses Baumes = 0,65 eingeschätzt, so ist dessen Gehaltshöhe $h = H. f = 30 \times 0{,}65 = 19{,}5$ m; d. h. dem Inhalte des Baumes entspricht eine Walze, welche einen Durchmesser von 48 cm und eine Länge von 19,5 cm hat. Es ist daher:
$k = 0{,}785 . d^2 . h = 0{,}785 . 0{,}48^2 . 19{,}5 = 0{,}181 . 19{,}5 = 3{,}53$ fm.

König machte noch den Vorschlag, die Gehältshöhe stehender Bäume nach dem bloßen Augenmaße dadurch einzuschätzen, daß man sich in dem fraglichen Baume einen Punkt aufsuche, wo der obere Teil des Baumes, an dieser Stelle geknickt gedacht, gerade hinreiche, um den unteren Teil vollständig in eine Walze zu verwandeln, welche die Stärke des Baumes in Brusthöhe besitze. Man hätte alsdann nur nötig, die Höhe einer solchen Walze bis zum Knickpunkt zu messen (oder einzuschätzen) und mit der Grundfläche derselben zu multiplizieren, um den Kubikinhalt des Stammes zu erhalten.

3. Preßler's Kubierungsmethode aus Grundstärke und Richthöhe.

§ 30.

Es wurde gezeigt, daß die Kubierung einzelner Bäume nach Formzahlen noch an dem Mißstande leidet, daß von den drei Gehaltsfaktoren nur die Grundfläche und Scheitelhöhe direkt meßbar sind, während die Formzahl eingeschätzt werden muß. Um genauere Resultate zu erhalten, müßte die jedem einzelnen Baume zukommende Formzahl ebenfalls noch gemessen (nicht geschätzt) werden können.

Preßler sucht diese seitherige Lücke in der Kubierung stehender Bäume dadurch zu beseitigen, daß er auch die Elemente der Formzahl in jedem Einzelfalle mit in Rechnung zieht.

Ehe wir jedoch zur Beschreibung und Beurteilung des Verfahrens selbst schreiten, haben wir uns erst noch mit einigen bei demselben vorkommenden Begriffen bekannt zu machen.

Wie bereits erwähnt, besitzt fast jeder Baum unter und über dem Stockabschnitt einen sogenannten Wurzelanlauf. An demjenigen Teil des Baumes, über welchen sich derselbe erstreckt, bilden daher auch die Achsenquerschnitte keine vollkommenen Kreise und die Schaftstücke keine ganz genauen stereometrischen Körper.

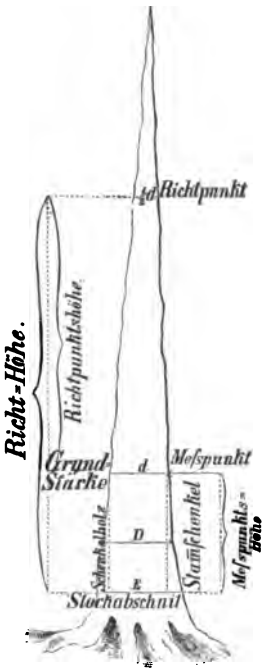


Fig. 71.

Preßler nennt nun diesen Wurzelanlauf Stammschenkel, den Punkt d (Fig. 71), wo der Schenkelansatz aufhört, den Meßpunkt und den Durchmesser, welchen der Stamm an diesem Punkte d hat, die Grundstärke. Der Meßpunkt d fällt natürlich um so höher, je höher die Stammschenkel bemerklich sind; in der Regel wird er aber 1—1,3 m über dem 0,2 bis 0,3 m hohen Stockabschnitte E, also etwa in Kopfhöhe angenommen. Die Entfernung zwischen dem Stockabschnitte E und dem Meßpunkte d heißt Meßpunktshöhe, und es drückt daher der Unterschied zwischen dem in der Mitte der Meßpunktshöhe genommenen Durchmesser D und der Grundstärke d, mithin D—d, die mittlere Schenkelstärke des Baumes aus. Die Holzmasse der Stammschenkel, welche außerhalb der Walze d E liegt, und welch letztere die Grundstärke d zum Durchmesser und die Meßpunktshöhe zur Höhe hat, wird Schenkelholz genannt. Derjenige Punkt am Baumschaft, wo derselbe die Hälfte der Grundstärke, d. h. $\frac{d}{2}$ besitzt, heißt Richtpunkt*), die Entfernung zwischen der Grundstärke und dem Richtpunkte wird Richtpunktshöhe (früher Richtpunktsoberhöhe), diejenige zwischen dem Stockabschnitte und dem Richtpunkte dagegen die Richthöhe (früher Richtpunktshöhe), auch totale Richtpunktshöhe genannt.

*) Nicht zu verwechseln mit König's Richtpunkt, d. h. demjenigen Punkt, wo der Baum geknickt gedacht, mit dem Gipfelstück eine Walze von der Grundstärke des Baumes bildet.

Preßler bestimmt nun an stehenden Bäumen den Richtpunkt und dann die Richtpunktshöhe und leitet mittelst letzterer und der Grundstärke den Kubikinhalt des Baumes nach einer Formel ab, welche für den gemeinen Kegel und das Paraboloid ganz und für das Neiloid nahezu richtig ist.

Da nach § 14 die drei Kegelformen so gestaltet sind, daß der Punkt der halben Grundstärke (Preßler's Richtpunkt) bei dem Paraboloid in $\frac{3}{4}$, bei dem gemeinen Kegel in $\frac{1}{2}$ und bei dem Neiloid in 0,37004 der Höhe (Entfernung zwischen der Grundstärke und dem Gipfel des Baumes) liegt, so gründet Preßler hierauf den Satz, daß diese drei Körperformen (die eingebauchte Form nicht ganz genau) und daher auch Baumschäfte nach der einen Regel:

Grundfläche (g) multipliziert mit $\frac{2}{3}$ der Richtpunktshöhe (h),

d. h. nach $k = \frac{2}{3}\, g.h$ kubiert werden können.

Der Beweis läßt sich für die fraglichen Körperformen leicht wie folgt führen:

a) Gemeiner Kegel. Bei dem gemeinen Kegel (Fig. 72) liegt bekanntlich der Richtpunkt $\frac{d}{2}$ in $\frac{1}{2}$ der Scheitelhöhe $ab = H$; es ist daher die Richtpunktshöhe h in diesem Falle $= ac = cb$, daher auch $H = 2ac = 2h$. Nun ist aber der Kubikinhalt des gemeinen Kegels $= \frac{g.H}{3}$, daher auch (wenn man für H den Wert 2h setzt) $= \frac{g.2h}{3} = \frac{2}{3}\, g.h$, d. h. = der Grundfläche (am Meßpunkte) multipliziert mit $\frac{2}{3}$ der Richtpunktshöhe.

Fig. 72.

b) Paraboloid. Nennt man (Fig. 73) die Scheitelhöhe $Cd = H$, den Durchmesser der Grundstärke $AB = d$, die Richtpunktshöhe $= h$, so liegt bekanntlich beim Paraboloid die Stelle EF, wo der Durchmesser nur noch $\frac{d}{2}$ ist, d. h. der Richtpunkt, in $\frac{3}{4}\, H$, d. h. es ist $h = \frac{3}{4}\, H$ oder $H = \frac{4}{3}\, h$.

Setzt man nun diesen Ausdruck in die Formel für das Paraboloid $k = \frac{g.H}{2}$ ein, so geht dieselbe über in:

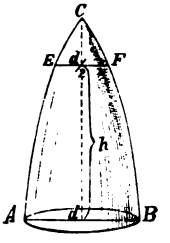


Fig. 73.

$$k = \frac{g}{2} \cdot \frac{4}{3} h = \frac{4}{6} \cdot g \cdot h = \frac{2}{3} g \cdot h,$$

d. h. die Preßler'sche Kubierungsregel gilt auch für das Paraboloid.

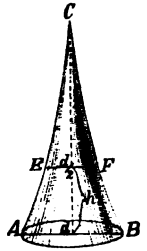


Fig. 74.

c) Neiloid. Nennt man (Fig. 74) auch hier die Scheitelhöhe $Cd = H$, den Durchmesser der Grundstärke $AB = d$, die Richtpunktshöhe $= h$, so liegt bekanntlich beim Neiloid die Stelle EF, wo der Durchmesser nur noch $\frac{d}{2}$ ist, d. h. der Richtpunkt, in 0,37004 H und es ist $h = 0{,}37004 \cdot H$ und $H = \frac{h}{0{,}37004}$. Setzt man diesen Ausdruck in die Formel für das Neiloid $k = \frac{g \cdot H}{4}$ ein, so geht dieselbe über in:

$$k = \frac{g}{4} \cdot \frac{h}{0{,}37004} = \frac{g \cdot h}{1{,}48016} = 0{,}676 \cdot g \cdot h.$$

Da die Preßler'sche Kubierungsregel ausgedrückt ist durch $\frac{2}{3} \cdot g \cdot h = 0{,}666 \cdot g \cdot h$, so liefert dieselbe den Inhalt des Neiloids um nahezu 1,4 % zu klein.

Fig. 75.

Vorstehend haben wir das Preßler'sche Verfahren nur in soweit kennen gelernt, als es die Kubierung des Oberstammes (vom Meßpunkt bis zum Gipfel) betrifft. Um nun den Inhalt des ganzen Stammes (Fig. 75) (exkl. Schenkel-, Ast- und Stockholz) zu erhalten, betrachtet Preßler ganz richtig den Teil zwischen Stockabschnitt und Meßpunkt als eine Walze von der Meßpunktsstärke. Setzt man daher die Richthöhe $ac = H$, die Meßpunktshöhe $bc = m$ und die Grundfläche am Meßpunkt $= g$, so erhält man, da sich der Inhalt zusammensetzt aus dem Oberbaume bd und der Walze bc, den Inhalt des ganzen Schaftes (exkl. Schenkelholz)

$$= \frac{2}{3} \cdot g\,(H - m) + g \cdot m =$$

$$= \frac{2}{3} g \cdot H - \frac{2}{3} g \cdot m + g \cdot m =$$

$= \frac{2}{3} g \,.\, H + \frac{1}{3} g \,.\, m = \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2}\right)$, d. h. der Inhalt des ganzen Schaftes bis zum Stockabschnitt (exkl. Schenkelholz) wird erhalten, wenn man die Querfläche g im Meßpunkt mit $\frac{2}{3}$ der um die halbe Meßpunktshöhe vermehrten Richthöhe multipliziert.

Soll die Schätzung des Schaftes auch das unter Umständen nicht unbedeutende Schenkelholz mitbegreifen, so wird zu der um die halbe Meßpunktshöhe $\frac{m}{2}$ vermehrten Richthöhe H noch das Drittel der Meßpunktshöhe (m) so oftmal hinzu addiert, als das Zehntel der Grundstärke d in der mittleren Schenkelstärke (D — d) enthalten ist. Angenommen dieses wäre n mal der Fall, so ist die Formel für die ganze Schaftmasse (inkl. Schenkelholz):

$$k = \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2} + \frac{n.m}{3}\right).$$

Für letzte Formel giebt Preßler in seinen holzwirtschaftlichen Tafeln folgenden Beweis: „Es sei d die Grundstärke und g die Grundfläche in der Meßpunktshöhe m, H die Richthöhe, D die Stärke und G der Querschnitt in halber Meßpunktshöhe, also D — d die mittlere Schenkelstärke, in dessen Zehnfachem die Stärke d n mal enthalten sein soll, dann ist $10 \left(\frac{D-d}{d}\right) = n$, woraus (1) $D = \left(1 + \frac{n}{10}\right) d$. Und weil $g : G = d^2 : D^2$, so folgt durch Einsetzung des Wertes (1) der Wert $G = g \left(1 + \frac{n}{10}\right)^2 = g \left(1 + \frac{n}{5} + \frac{n^2}{100}\right)$, wofür man, da n immer nur wenige Einheiten hat, hinlänglich genau setzen kann (2) $G = g \left(1 + \frac{n}{5}\right)$. Da nun der Oberstamm $= \frac{2}{3} g (H - m)$, und ferner der Unterstamm $= G \,.\, m = g \left(1 + \frac{n}{5}\right) m$, so folgt: Ganzer Stamm inkl. Schenkelholz: $\frac{2}{3} g \left[H - m + \frac{3}{2} m \left(1 + \frac{n}{5}\right)\right] = \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2} + n . \frac{3}{10} m\right)$, wofür, namentlich in Rücksicht der Verkürzung 2) ganz gut gesetzt werden kann: $k = \frac{2}{3} g \left[H + \frac{m}{2} + n . \frac{m}{3}\right]$.

Beispiel: Eine 24 m hohe und in mäßigem Schluß erwachsene Kiefer zeigte 0,7 m über dem Stockabschnittspunkt (in der halben Meßpunktshöhe) D = 44 cm, bei 1,4 m, d. h. im Meßpunkt d = 40 cm, daher $\frac{d}{2} = 20$ cm.

Hierauf wurde der Punkt des Stammes, wo derselbe noch 20 cm zeigte (Richtpunkt), aufgesucht und die Richtpunktshöhe $h = ba = 16$ m, die Richthöhe $H = ca = bc + ba = 16 + 1{,}4 = 17{,}4$ m gefunden. Es ist daher:

1. Der Inhalt des Oberstammes:

$$= \frac{2}{3} g \cdot h = \frac{2}{3} \times 0{,}785 \times d^2 \times h = \frac{2}{3} \times 0.785 \ (0{,}40)^2 \times 16$$

$$= \frac{2}{3} \times 0{,}126 \times 16 = 1{,}34 \text{ fm.}$$

2. Der Inhalt des ganzen Stammes exkl. Schenkelholz:

$$= \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2} \right) = \frac{2}{3} \cdot 0{,}126 \left(17{,}4 + \frac{1{,}4}{2} \right) =$$

$$= \times 0{,}126 \ 18{,}1 = 1{,}51 \text{ fm.}$$

3. Der Inhalt des ganzen Stammes inkl. Schenkelholz:

$= \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2} + \frac{n \cdot m}{3} \right)$; da die mittlere Schenkelstärke $D - d = 44 - 40 = 4$ und das Zehntel der Grundstärke $\frac{40}{4} = 4$ genau 1 mal in $D - d$ enthalten ist, so ist hier $n = 1$, mithin diesen Wert in obige Formel gesetzt giebt:

$$= \frac{2}{3} \times 0{,}126 \left(17{,}4 + \frac{1{,}4}{2} + \frac{1 \cdot 1{,}4}{3} \right) =$$

$$= \frac{2}{3} \times 0{,}126 \times 18{,}6 = 1{,}56 \text{ fm.}$$

Behufs leichterer Kubierung des Astholzes, welches die Preßler'sche Formel nicht enthält, stellte Preßler in seinem „Gesetz der Astmasse" folgenden Satz auf, der jedoch noch weitere Bestätigung durch Versuche bedarf: Wenn der Kronenansatz oder die Höhe des unbeasteten Teils des Stammes in einer arithmetischen Reihe erster Ordnung aufwärts rückt, nimmt das Astmassenprozent, d. h. die Astmasse im Prozentsatze zur Stammmasse, in einer Reihe zweiter Ordnung ab". Auf Grund von Versuchen, welche Preßler und Oberförster Täger ausgeführt haben, stellte nun ersterer folgende Astmassentafel auf*):

*) Preßler, Gesetz der Stammbildung, Seite 113.

Kronenansatz bei	Astmassenprozent			
	Fichte und Tanne	Kiefer	Buche	Birke
	(einschließlich der Nadeln)		(einschließlich der Blätter)	
0,0 H	5	5	6	5
8	9	11	11	6
7	14	19	17	10
6	20	29	24	16
5	27	41	32	24
4	35	55	42	(34)
3	45	(71)	55	(46)
2	56	(89)	71	(60)

Die eingeklammerten Zahlen stellen durch Rechnung festgestellte Werte vor. Für sehr junge Hölzer sollen etwas höhere, für sehr alte etwas niedrigere Prozente genommen werden.

Wirft man einen prüfenden Blick auf vorstehende Kubierungsregel, so muß man unbedingt die theoretische Richtigkeit derselben anerkennen. Wenn dieselbe auch für das Neiloid nicht ganz richtig ist, so ist hierauf kein Wert zu legen, weil eingebauchte Baumformen zu den Seltenheiten gehören. Etwas anders verhält es sich jedoch mit der praktischen Brauchbarkeit der Methode.

Da die Ermittlung des Richtpunktes an liegenden Stämmen wenigstens bei Nadelhölzern, keine Schwierigkeit bietet, so wird man nach der Preßler'schen Methode natürlich auch liegende Schäfte, namentlich dann ziemlich genau kubieren können, wenn man den Meßpunkt nicht allzunahe an den Stockabschnitt verlegt, und der Richtpunkt nicht schon in jene Stammhöhe fällt, wo infolge stärkerer Astansätze der Schaft schon größere Unregelmäßigkeiten zeigt. Leider tritt dieser Fall namentlich bei Laubhölzern häufig ein, an welchen man sogar, wegen Vergabelung der Schäfte, den Richtpunkt nicht einmal genau bestimmen kann.

Wenn die bis jetzt über die Methode angestellten Versuche auch gerade keine schlechteren Durchschnittsresultate als die Kubierung aus der Mittelstärke ergeben haben, so wird sie doch nie in Wissenschaft und Praxis zur Kubierung liegender Bäume angewendet werden, weil sie viel umständlicher und zeitraubender als die Formel von Huber, Smalian, Hoßfeld, Rieke u. s. w. ist, und zur Kubierung entgipfelter Stämme überhaupt nicht gebraucht werden kann.

Über die Resultate, welche die Preßler'sche Kubierungsregel an liegenden Stämmen lieferte, wollen wir einige Mittheilungen beifügen:

Wir selbst fanden bei 22 Kieferstämmen:

9 Stämme mit einem Fehler von 0—5 Prozent
9 „ „ „ „ „ 6—10 „
4 „ „ „ „ „ 11—16 „

Preßler selbst fand (Tharander Jahrbuch, 12 Band) an 80 Stämmen 0,8% zu wenig, mit Schwankungen von — 8 bis + 8,7%.

v. Seebach fand (Supplemente zur Allg. F.- u. Jagdz., III. Band. Seite 7) an 37 Buchen 1,7% zu viel, mit Abweichungen von — 7,6 bis + 17%; an 27 Fichten zu wenig 0,59%, mit Abweichungen von — 11,8 bis + 10,6%.

Seidensticker (Allg. F.- u. Jagdz. 1860) an 25 Fichten zu viel 2,5%, mit Abweichungen von — 19,4 bis 5,2%.

Wenn nun die Preßler'sche Kubierungsformel, abgesehen von ihrer Umständlichkeit, an einzelnen liegenden Stämmen schon beträchtliche Fehler zeigt, so müssen diese voraussichtlich noch beträchtlich wachsen, wenn man die Methode an stehenden Bäumen anwendet, für welche sie eigentlich allein bestimmt ist. Es handelt sich hierbei vorzugsweise um die richtige Bestimmung des Richtpunktes, dessen Lage selbstverständlich auf das Resultat von großem Einfluß ist. Der Richtpunkt soll in der Regel nach dem Augenmaße eingeschätzt werden, was jedenfalls keine leichte Aufgabe ist und von Übung und Talent abhängt, die nicht Jeder sich aneignen kann. Zu etwas genauerer Bestimmung des Richtpunktes hat zwar Preßler noch ein hauptsächlich aus Pappe bestehendes Richtrohr konstruiert, welches im allgemeinen auf dem Prinzip der bereits abgehandelten Baumstärkenmesser beruht, dessen nähere Beschreibung wir aber hier übergehen können, weil die Preßler'sche Methode sich nicht in der Praxis einbürgern wird, und weil auch mittelst Anwendung des Richtsrohrs, welches kein Fernrohrinstrument ist, der Durchmesser des meist hoch und unbequem liegenden Richtpunktes jedenfalls nicht mit der notwendigen Schärfe bestimmt werden kann.

Versuche über die Prüfung der Preßler'schen Kubierungsregel an stehenden Bäumen liegen merkwürdiger Weise noch wenig vor, so glänzend man die Vorzüge der Methode auch unermüdlich hinzustellen suchte. Wir selbst fanden bei 10 circa 140jährigen Kiefern einen durchschnittlichen Fehler von nur + 6%, weil wir nach vorausgegangener Einübung an liegenden Bäumen schon ungefähr wußten, wohin der Richtpunkt fällt. Ein noch unerfahrener Untergebener schätzte jedoch den Richtpunkt stets zu tief an, und erhielt dadurch sehr fehlerhafte Resultate. Judeich fand bei 22 Fichten in den einzelnen Resultaten

Schwankungen von —12,2 bis + 7,8%. Schaal bei 50 speziell mitgeteilten Fällen beim Nadelholz Schwankungen von — 16,8 bis + 8,6%; beim Laubholz solche von — 14,5 bis + 7,2%. Nimmt man aus einer größeren Anzahl von Kubierungen das Mittel, so gleichen sich die Differenzen allerdings ziemlich aus, aber bei der Kubierung einzelner stehender Bäume soll eben der Inhalt eines jeden Exemplars möglichst genau angegeben werden können, welche Bedingung die Preßler'sche Methode nicht erfüllt. Auch der schlesische Forstverein hat sich schon 1878 gegen die Einführung der Preßler'schen Methode ausgesprochen *).

Sollen wir schließlich über das Verfahren noch ein Endurteil abgeben, so geht es dahin: die Richthöhe ist ein gewisser, wenn auch nicht untrüglicher Maßstab für die Vollholzigkeit des Baumes. Die Preßler'sche Kubierungsregel wird daher da, wo der Richtpunkt genau und ohne besondere Mühe ermittelt werden kann, bei der Schätzung einzelner stehender Baumschäfte befriedigende Resultate liefern. Für Bestandesschätzungszwecke empfiehlt sich das an und für sich schon umständliche Verfahren jedoch nicht, und wird von dem Augenblick an kaum mehr dem Namen nach erwähnt werden, als man mit der Aufstellung neuer Massentafeln, wie solche bereits für die Kiefer (Schwappach), Weißtanne (Schuberg) und Fichte (Baur) erschienen sind, fertig sein wird.

Preßler glaubte von seinem Verfahren, „daß es das einfachste, sicherste und allgemein anwendbarste sei von allen, die bereits erdacht worden seien, oder noch erdacht werden könnten". Auch war er der Ansicht, durch seine Methode würden alle seitherigen Bestandesschätzungsmethoden und insbesondere auch die Bayerischen Massentafeln entbehrlich. Einer solchen Ansicht kann man natürlich nicht beistimmen, denn

1. ist das Verfahren nicht das einfachste, weil die Schätzung nach dem Augenmaß, nach Formzahlen und Massentafeln jedenfalls noch einfacher ist;

2. ist das Verfahren nicht das sicherste, weil eine Anzahl Kubierungsmethoden und insbesondere auch die Methode, bei welcher Probestämme gefällt und liegend kubiert werden, jedenfalls noch sicherere Resultate liefern; auch die ganze Stock- und Astholzmasse nach Preßler stets eingeschätzt werden muß;

3. ist die Methode nicht die allgemein anwendbarste, weil in jedem Reviere sich Tausende von Stämmen finden, auf welche dieselbe gar nicht anwendbar ist. Manche Holzart, wie Eiche, Buche, Esche, Ahorn u. s. w. sind in der Richtpunktshöhe schon längst verzweigt. Langschaftige Fichten und Tannen ändern aber oft auf 2 bis 3 m Länge ihren Durchmesser kaum um 1 cm, hier ist also die richtige Lage des Richtpunkts schwer bestimmbar. Bei vielen andern Stämmen ist wieder der Richtpunkt durch Äste verdeckt oder wenigstens so schlecht beleuchtet, daß eine genaue Bestimmung desselben kaum möglich ist;

4. besitzt das Verfahren nicht die für den praktischen Dienst erforderliche Einfachheit Es wird nur demjenigen gute Dienste leisten, welcher Talent im

*) Jahrbuch des schlesischen Forstvereins von 1878, Seite 117.

Ansprechen der wahren Grundstärke und im Einschätzen des Richtpunktes besitzt, Zeit hat und Lust in sich fühlt, sich im Gebrauch der Methode **vorher** gründlich einzuüben. Erfahrungsmäßig schreiben aber Forstverwaltungen nicht gerne eine Methode vor, deren Resultate zu sehr vom Talent des Taxators abhängen, sondern sie wählen lieber Schätzungshülfen, welche in erster Linie einen gewissenhaften Arbeiter voraussetzen, denn Talente sind nicht gerade häufig und dem Augenmaße und der „mathematisch gebildeten Phantasie" einen allzugroßen Spielraum zu lassen, empfiehlt sich nicht im Geschäftsleben.

5. Bei einer guten Schätzungsmethode muß auch die vorgesetzte Behörde jederzeit in der Lage sein, die Schätzung prüfen zu können. Die Preßler'sche Methode läßt eine Prüfung der Resultate eigentlich nur hinsichtlich des Meßpunkts zu, in Bezug auf die Nachprüfung der richtigen Bestimmung des Richtpunkts kann sich der leichtfertige Taxator immer damit aus der Verlegenheit helfen, daß er behauptet, den Richtpunkt nach Kräften angesprochen zu haben.

Wer überhaupt einmal in die Lage kommen sollte, den Inhalt einzelner stehender Bäume möglichst genau ansprechen zu müssen, der greift wohl noch besser zu der von uns schon früher empfohlenen Hoßfeld'schen Formel; denn bedeutet G_1 die Kreisfläche in $^1/_3$ der Scheitelhöhe, H die Scheitelhöhe selbst, so ist der Kubikinhalt des ganzen Schaftes vom Stockabschnitt bis zum Gipfel ohne Äste:

$$k = 0{,}75 \,.\, G_1 \,.\, H.$$

Diese Formel ist bekanntlich für den geradseitigen und ausgebauchten Vollkegel richtig. Wir räumen dieser Formel eine größere Berechtigung, als der Preßler'schen Kubierungsregel ein. Wollte man dieselbe nämlich zur Kubierung stehender Bäume verwenden, so hätte man nur die Scheitelhöhe H derselben zu ermitteln, hierauf den in $^1/_3$ dieser Höhe befindlichen Durchmesser zu messen, die Kreisfläche dazu zu berechnen und letztere mit 0,75 der Scheitelhöhe zu multiplizieren.

Wir haben nach dieser Formel eine große Menge liegender Stämme kubiert und im einzelnen wie im Durchschnitt genauere Resultate als nach der Preßler'schen Kubierungsregel gefunden. Auf die Kubierung stehender Bäume angewendet, muß jedoch die Hoßfeld'sche Formel noch weit über der Preßler'schen Regel stehen, wie sich dieses auch leicht erklären läßt.

Um nämlich den Preßler'schen Richtpunkt zu bestimmen, muß man den Durchmesser der Grundstärke messen, denselben durch 2 teilen und nun am Baume diejenige Stelle aufsuchen, wo derselbe noch die halbe Grundstärke besitzt. Alle Formuntersuchungen haben bis jetzt ergeben, daß die Stämme gerade an den unteren Stammteilen (Preßler's Grundstärke) und an den oberen Teilen (Preßler's Richtpunkt und darüber oder etwas darunter) am unregelmäßigsten gewachsen sind; daß aber die größte Regelmäßigkeit der Schaftform zwischen der Grundstärke und dem Richtpunkte und insbesondere etwa in $^1/_3$ der Scheitelhöhe zu finden ist. Da aber nach unserem Vorschlage der Baum weder in der Grundstärke noch im Meßpunkt, sondern nur in $^1/_3$ der Scheitelhöhe gemessen zu werden braucht, so konnte man schon ohne Versuche die Überzeugung haben, daß auf diese Art richtigere Resultate als nach Preßler erreichbar sein müßten.

Auch in der Praxis ist die Bestimmung des Durchmessers in $^1/_3$ der Scheitelhöhe einfacher als nach Preßler. Der Vorwurf, den man letzterer Methode macht, daß nämlich der Richtpunkt wegen der Belaubung oder Benadelung nicht immer gesehen werden könne oder wenigstens in dem Dämmerlicht der Bestände undeutlich erscheine, fällt begreiflich nach unserem Vorschlage ganz weg; denn in $^1/_3$ der Scheitelhöhe befindet sich höchstens bei lange Zeit freistehenden Bäumen einmal undurchsichtiges Laub- oder Nadelwerk, der Durchmesser erscheint ferner daselbst viel deutlicher, weil er dem Auge viel näher als der Richtpunkt liegt. Die Bestimmung der Stammstärke in $^1/_3$ der Höhe ist daher mindestens so leicht, wie die richtige Auffindung des Preßler'schen Richtpunktes. Von einer Okularschätzung würden wir überhaupt ganz Umgang nehmen. Gerade weil der Durchmesser, welcher der Grundfläche G_1 entspricht, dem Auge viel näher liegt und demselben viel deutlicher erscheint, kann er auch mit einem verhältnismäßig einfachen Stärkemesser hinreichend genau gemessen werden. Wollte man jedoch die Anwendung eines Stärkemessers umgehen, so könnte man die betreffenden Bäume auch mit einer Leiter bis zu $^1/_3$ H besteigen lassen und daselbst die Durchmesser direkt abgreifen. Übrigens kann auch jeder geübte Waldarbeiter einzelne Bäume (z. B. Musterstämme) bis zu $^1/_3$ der Höhe mit Steigeisen besteigen, an den geeigneten Stellen dieselben mit dem Meßbande umschlingen und auf das genaueste messen. Dies sind sehr einfache Verrichtungen, die bei dem Einsammeln der Baumsamen, der Ausastung selbst starker Stämme und überall, wo die Bäume mittelst des Seilhakens gerodet werden, schon lange im Gebrauche sind. Es dürften daher nach der Hoßfeld'schen Formel, auf einfacherem Wege sichere Resultate zu erzielen sein, als nach der Preßler'schen Kubierungsregel.

4. Die sektionsweise Kubierung stehender Bäume.

§ 31.

Die Erfahrung, daß die Kubierung einzelner stehender Bäume nach der Formzahlmethode nicht immer ganz befriedigende Resultate liefert, hat schon lange bei einzelnen Forstwirten den Wunsch hervorgerufen, auch stehende Bäume, ähnlich wie liegende, nach dem genaueren Sektionsverfahren behandeln zu können.

Die Realisierung dieses Wunsches war zunächst an die Erfindung von Instrumenten geknüpft, mittelst welcher sich die Durchmesser eines Baumes in jeder beliebigen Höhe mit genügender Schärfe ermitteln ließen.

Man glaubte, und glaubt es von manchen Seiten noch, nach der Veröffentlichung derartiger Instrumente den höchsten Gipfelpunkt der Baum- und Bestandesschätzung erreicht zu haben, weil alsdann die seither vielfach übliche, der Aussage nach zeitraubende und kostspielige Fällung von Probestämmen, wie sie die besseren Bestandesschätzungsmethoden verlangen, vollständig entbehrlich würde.

Wir sind jedoch geneigt zu glauben, daß die Ursache, warum man bis jetzt seltener zur *sektionsweisen* Ausmessung stehender Bäume seine Zuflucht genommen hat, weniger in einem *Mangel* an geeigneten Instrumenten, als in dem wirklich fehlenden *Bedürfnisse* nach solchen liegen dürfte.

Die Zerlegung stehender Bäume in Sektionen und das Messen der Sektionsdurchmesser kann sich wohl nur auf die unteren, leicht übersehbaren, nicht aber auf die oberen Schaftteile und das Astholz erstrecken. Es läßt sich daher schon aus diesem Grunde und aus anderen nahe liegenden Ursachen nach dieser Kubierungsmethode nie die Genauigkeit wie beim Fällen der Bäume erreichen. Da das Verfahren auch zeitraubend und umständlich ist, so sind wir der Ansicht, daß dasselbe bei wissenschaftlichen Untersuchungen nie angewendet werden sollte, bei der Kubierung einzelner stehender Bäume zu praktischen Zwecken aber *in der Regel* umgangen werden kann.

Was die taxatorischen Arbeiten betrifft, so glauben wir, daß der größte Teil derjenigen unserer Fachgenossen, welcher sich längere Zeit mit umfangreichen Holzmassenaufnahmen *praktisch* beschäftiget hat, dieser Ansicht beitreten dürfte; doch werden wir im folgenden Abschnitte nochmals darauf zurückkommen.

Von den wissenschaftlichen Untersuchungen, welche mittelst des Sektionsverfahrens an stehenden Bäumen gemacht werden sollen, können wir aber schon jetzt reden, weil sie in der Regel an einzelnen Stämmen vorgenommen werden müssen. Wir wissen zwar nicht genau, *welche* wissenschaftliche Untersuchungen die Anhänger der sektionsweisen Berechnung stehender Bäume in das Bereich ihrer Forschung zu ziehen pflegen, können uns aber denken, daß dies in Absicht auf Baumzuwachs und Baumform geschieht. Täuschen wir uns hierin nicht, dann sei uns nur die Frage erlaubt: warum macht man solche Studien nicht an gefällten Bäumen, wozu die jährlichen Holzhauereien auf die bequemste und sicherste Weise so tausendfache Gelegenheit bieten?

Die wenigen Anhänger der sektionsweisen Aufnahme *stehender* Bäume gestehen selbst zu, daß hierbei nie der Grad von Genauigkeit erreicht werden könne, wie bei liegenden Stämmen, und doch erfordern Zuwachs und Formuntersuchungen den höchsten Grad von Aufmerksamkeit. Kleine Bruchteile von Zentimetern, welche im gewöhnlichen wirtschaftlichen Betriebe gar nicht mehr in Rechnung gezogen werden, sind hier noch bedeutende Größen. Überdies erscheint uns hierbei eine einmalige Messung der Durchmesser an einer Stelle des Baumes ungenügend, es

müßten dieselben nach verschiedenen Richtungen abgegriffen werden. Nun aber ist die einfache Stärkenmessung stehender Bäume für sich schon zeitraubend und umständlich genug, noch viel weniger dürfte man daher in der Lage sein, diese Messungen in verschiedenen Richtungen an ein- und demselben Baume vornehmen zu können; und doch sollte es sein, weil die Durchmesser starker Stämme an einer Stelle nicht selten um einige Centimeter abweichen.

Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß man zwar am liegenden Baume zufälligen, aber häufig vorkommenden Unebenheiten, Ein- und Ausbiegungen, Wulsten u. s. w. ausweichen, und die Kluppe oder das Meßband je nach Bedürfnis etwas herauf oder hinunter rücken kann, daß dieses aber nicht am stehenden Baume möglich ist, dessen abnorme Wachstumsverhältnisse an höheren Teilen des Stammes dem Auge wegen der größeren Entfernung und ungünstigen Beleuchtung in geschlossenen Beständen meist entgehen.

Auch für Bau- und Nutzholz-Abgaben von gewissen Dimensionen wurden solche Instrumente, behufs genauer Angabe der Baumdurchmesser in einer gewissen Höhe, sehr angepriesen. Es steht sicher, daß es z. B. bei der Abgabe von Schiffsmasten unter Umständen darauf ankommt, den Durchmesser des Baumes in einer bestimmten Höhe bis auf einige Centimeter genau anzugeben. Jedoch giebt auch hier der Praktiker solche Stämme selten oder nie stehend ab.

In einem geregelten forstwirtschaftlichen Betriebe führt man die Axt aus vielen und gewichtigen Gründen im haubaren Bestande nicht das ganze Jahr hindurch, sondern hält die erfahrungsmäßig vorteilhafteste Fällungszeit ein, höchstens führt man geringfügige Durchforstungen in allen Jahreszeiten aus. Die Abgabe von Bau- und Nutzholz fällt daher in der Regel mit dem etatmäßigen Holzschlage zusammen, und nun prüft man den gefällten Stamm auf seine Tauglichkeit zu diesem oder jenem Zwecke. Nur in Ausnahmsfällen wird daher die Kubierung des Nutzholzes und die Auswahl der Stämme von gegebenen Dimensionen im Stande stattfinden; wer dann zu seiner, vielleicht durch langjährige Erfahrung ausgebildeten Schätzungskunst nicht das nötige Vertrauen hat, mag immerhin zu einem Stärkenmesser greifen. In diesen Ausnahmsfällen soll ihnen ihre Brauchbarkeit nicht abgesprochen werden.

Das von Professor Breymann in Mariabrunn namentlich für Stärkemessungen stehender Bäume konstruierte Universal-Instrument dürfte, was die Genauigkeit anlangt, alle bis jetzt vorhandenen Instrumente übertreffen. Da dasselbe jedoch vorzugsweise in der Absicht konstruiert wurde, die Bestandes-

schätzung durch genauere Ermittlung der Formzahlen an stehenden Musterstämmen zu vereinfachen, so sollen erst im folgenden Abschnitte die Grundzüge dieses Verfahrens besprochen werden. Einer größeren Verbreitung dieses Instruments steht dessen hoher Preis und mangelndes Bedürfnis entgegen, und darum wird es wohl kaum in der forstlichen Praxis Eingang finden.

5. Die Schätzung einzelner stehender Bäume nach Massentafeln.

§ 32.

Wenn auch die Formzahlen der verschiedenen Holzarten nicht wenig von einander abweichen, so haben doch die Formzahluntersuchungen ergeben, daß erstere bei nahezu gleich alten Bäumen gleicher Holzart, gleicher Höhe und gleicher Durchmesser sich nicht in allzu weiten Grenzen bewegen. Auf diese Wahrnehmung gestützt, hat man die Bäume gleicher Holzart, Höhe, Alter und Durchmesser gruppiert, dieselben kubisch berechnet, aus den Ergebnissen die Durchschnitte genommen und diese zu Massentafeln zusammengestellt, so daß man nur nötig hat, den Durchmesser des Baumes etwa 1,3 m über der Erde abzugreifen, dessen Scheitelhöhe zu messen und dessen Alter beiläufig zu veranschlagen, um aus der zugehörigen Massentafel den Inhalt ohne alle Rechnung ablesen zu können. Von vorzüglichem Werte waren seither die bayerischen Massentafeln, welche von Oberförster Stahl auf preußisches, von Oberförster Buschek auf österreichisches und in neuerer Zeit auch von Behm und Ganghofer in Metermaß umgerechnet worden sind.

Es muß jedoch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß es nicht im Prinzipe der Massentafeln liegt, auf welches wir erst im folgenden Abschnitte näher eingehen können, einzelne Bäume, sondern Bestände zu kubieren; erstere enthalten nämlich aus vielen einzelnen Messungen hervorgegangene Mittelwerte, weshalb bei der Kubierung einzelner Bäume, wenn auch nur selten, immerhin Fehler bis zu 20 % vorkommen können.

Den vorzüglichsten Wert haben daher die Massentafeln für die Schätzung ganzer Bestände. Wenn wir sie dennoch hier auch als Mittel zur Kubierung einzelner stehender Bäume anführen, so geschieht es nur, weil wir die Erfahrung gemacht haben, daß sie bei nicht sehr abnormen Baumformen immer noch weit bessere Resultate als die bloße Okularschätzung liefern.

Jungen Forstmännern, welche in der Schätzung einzelner stehender Bäume unerfahren sind, werden daher auch die Massentafeln ihre Dienste nicht versagen.

Zweiter Abschnitt.

Die Holzmassen-Aufnahme der Bestände (Bestandesschätzung).

Vorbemerkungen.

§ 33.

Im vorigen Abschnitte haben wir uns mit der Ermittlung der Holzmassen einzelner Bäume beschäftigt. Obgleich an den ausübenden Forstmann selten die Aufgabe gestellt wird, den Kubikinhalt eines einzelnen stehenden Baumes in Sortimenten zergliedert oder im Ganzen anzugeben, weil ja beim Holzhauereibetriebe jährlich die gefällten Bäume massenhaft in Nutzholzstücke zerlegt und als solche kubiert, oder zersägt, gespalten und in die ortsüblichen Schichtmaße aufgesetzt werden, so erschien es doch deshalb notwendig, den Gegenstand im ersten Abschnitte etwas ausführlicher zu behandeln, weil die meisten Methoden der Bestandesschätzung sich auf die genaue Ermittlung des kubischen Inhaltes einzelner Modell-, Muster- oder Probebäume gründen.

Eine mathematisch genaue Kubierung der Holzbestände gelingt uns nur in seltenen Fällen; dieselbe wäre nur dann möglich, wenn wir alle Bäume eines Bestandes nach der Fällung kubierten. Da wir aber grade für Zwecke der Forsteinrichtung und Waldwertrechnung den Kubikinhalt des stehenden Holzes ermitteln sollen, so werden wir meist etwas fehlerhafte und nur selten ganz zutreffende Resultate erhalten. Die Erzielung eines richtigen, namentlich nicht vom Zufall abhängigen Resultates, muß daher Zielpunkt der Bestandesschätzung sein.

Manche seither zur Erreichung dieses Zieles betretenen Wege gewährten jedoch keine volle Befriedigung. Es hängt diese Wahrnehmung damit zusammen, daß man bei den meisten Bestandesschätzungs-Methoden

nicht ähnlich, wie in der Geodäsie, vom Großen auf das Kleine schließen kann, sondern umgekehrt vom Kleinen auf das Große schließen muß. Die Fehler werden daher um so größer werden, je unsicherer der Maßstab ist, welchen man an den Holzgehalt ganzer Bestände anzulegen gezwungen wird. Es werden daher diejenigen Methoden, bei welchen man sich des Augenmaßes bedient, oder auch in dem Bestande nur einen sogenannten Musterstamm ausgewählt, dessen Inhalt aber nicht einmal mit aller nur möglichen Schärfe ermittelt, die schlechtesten Resultate liefern; dagegen wird man um so sicherer gehen, eine um so größere und auf das sorgfältigste ausgewählte und berechnete Anzahl Modell- oder Probestämme man der Rechnung zu Grunde legt.

Wenn wir daher in der Folge auch Methoden besprechen, welche uns unpraktisch und verwerflich scheinen, so geschieht dieses nur aus dem Grunde, weil es immerhin interessant sein dürfte, zu beobachten, wie sich die Bestandesschätzung allmählich aus der Tiefe zur größeren Höhe emporgeschwungen hat, und weil endlich auch aus den Mängeln des einen Verfahrens die Vorzüge eines andern um so klarer demonstriert werden können.

Die hin und wieder ausgesprochene Ansicht, als komme es in den verschiedenen Lagen der forstlichen Praxis gar nicht auf eine genaue Kubierung der Bestände an, können wir nicht teilen. Solche Anschauungen entspringen oft einer mangelnden Kenntnis der fortschreitenden Lehren der Bestandesschätzung und der Unfähigkeit, dieselben im Interesse der Forste und der Waldbesitzer zu verwerten; denn wie läßt sich z. B. der Wert eines Waldes richtig bestimmen, wie eine gerechte Waldteilung vornehmen, wie eine Forsteinrichtung auf einen festen Grund bauen, ohne eine genaue Kenntnis der Vorräte der einzelnen Holzbestände?

Zwar hat man hinsichtlich der Forsteinrichtung eingewendet, daß sich grobe Fehler in der Holzmassen-Ermittlung bei häufigen Revisionen und Vergleichungen der wirklichen mit den Taxations-Ergebnissen leicht und früh genug auffinden ließen; aber verursachen denn so häufige Revisionen nicht immer Kosten, veranlassen sie nicht, im Falle wirklich grobe Fehler entdeckt werden, eine, wenn auch nur teilweise Umrechnung und Berichtigung des Forsteinrichtungs-Elaborats? Es ist deshalb gewiß zweckmäßiger, sich mit etwas weniger Revisionen zu begnügen, dafür aber eine genauere Methode der Holzmassenaufnahme anzuwenden. Endlich wolle man aber nicht übersehen, daß auch die weniger genauen Bestandesschätzungs-Methoden Zeit und Kosten, und nicht selten in höherem Grade in Anspruch nehmen, als andere bessere Verfahren, wie wir in der Folge nachweisen werden.

Wir sind übrigens durchaus nicht der Ansicht, daß dasjenige Verfahren, welches die genauesten Resultate liefert, auch immer das beste sei, im Gegenteile sollen die aufgeopferten Kräfte mit dem erreichbaren Erfolge immer im richtigen Verhältnisse stehen. Nur darüber muß man sich wundern, daß hin und wieder noch Methoden der Bestandesschätzung in Vorschlag kommen, deren Resultate dem hohen Aufwande an Zeit und Kosten gewiß nicht entsprechen.

Erstes Kapitel.

Die Bestandes-Aufnahme ohne Kluppierung.

I. Die Bestandes-Aufnahme mittelst Okularschätzung.

1. Die Bestandes-Aufnahme durch Okularschätzung eines jeden Baumes.

§ 34.

Dieses zuerst von Zanthier um das Jahr 1760 angewendete Verfahren stimmt mit der in § 28 beschriebenen Okularschätzung einzelner Bäume überein, und stammt, wie jenes, aus einer Zeit, wo der Holzmeßkunde noch die nötige mathematische Grundlage fehlte und man in Anwendung sonstiger Hilfsmittel noch sehr beengt war. Jeder Baum wird, wie bereits § 28 beschrieben, auf seinen Inhalt nach dem bloßen Augenmaß angesprochen. In der Summe der einzelnen Inhalte erhält man schließlich den Kubikinhalt des Bestandes, der, wenn es gewünscht wird, auch nach Holzarten getrennt angegeben werden kann.

Wird die Schätzung des Bestandes nur von einem einzigen Taxator ausgeführt, so muß derselbe zu jedem Baume hintreten, denselben allein, oder mit andern naheſtehenden Bäumen zusammen, auf seinen Inhalt ansprechen, den Betrag in ein Aufnahmeprotokoll eintragen und die taxierten Bäume schließlich etwa in einer Höhe von 1,3 m über dem Boden leicht kenntlich bezeichnen, so daß sie aus Versehen nicht nochmals eingeschätzt werden. Die Schätzung der Stämme geschieht am besten streifenweise, weil letztere alsdann weniger leicht vergessen werden. Die Bezeichnung der bereits

geschätzten Stämme geschieht immer nach der Seite hin, wo der Bestand noch nicht aufgenommen ist und zwar so, daß, nachdem ein Streifen beendigt ist und die Schätzung eines neuen Streifens beginnt, man das Zeichen, ohne suchen zu müssen, alsbald erblickt.

Als Bezeichnungsmittel verwendet man am besten einen gut konstruierten, hinreichend geschärften und die Hand vor Beschädigung schützenden Baumrisser (Fig. 76). Ein solches Instrument gewährt den Vorteil, daß es von dem Taxator selbst getragen und geführt werden kann und daß das gemachte Zeichen längere Zeit sichtbar bleibt; während zu dem Gebrauch eines Beiles, womit man dem Baume eine kleine Platte giebt, sowie zu dem Auftragen eines Farbenkleckses mittelst eines Pinsels u. s. w. noch ein Hilfsarbeiter gehört, abgesehen davon, daß das rohe Farbematerial sich bei eintretendem Regenwetter leicht verwischt.

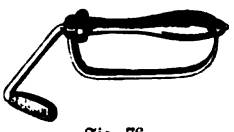


Fig. 76.

In jüngeren Stangenhölzern, namentlich wenn dieselben von Zeit zu Zeit wieder aufgenommen werden sollen (Versuchsflächen), hat der Baumrisser den Nachteil, daß die angerissenen Stellen in Laubhölzern leicht brandig werden, während bei Nadelhölzern Harzausfluß entsteht. Auch bilden sich an den angerissenen Stellen später Wulste, welche das Messen der Durchmesser erschweren. Für derartige Zwecke versieht man daher die Bäume am besten an der Meßstelle mit einem horizontalen Ölfarbenstreifen, der für die spätere Aufnahme sichtlich bleibt.

Besorgen mehrere Taxatoren, z. B. drei, das Schätzungsgeschäft so stellen sich dieselben (Fig. 77) am Rande einer der längeren Bestandeslinien AB in einer Kolonne (Reihe) der Art auf, daß der Flügelmann a noch einige Schritte von der kürzeren Bestandeslinie AD entfernt zu stehen kommt. Die übrigen Schätzer stellen sich in gleichen Abständen von 6—10—20 Schritten, je nachdem der Bestand dichter oder lichter ist, in der Richtung von A nach B hin auf und nun rückt die Kolonne, sich nach dem Flügelmann a einrichtend, in lauter möglichst parallelen Streifen nach a′, b′ und c′ vor, wobei jeder die zwischen ihm und seinem Nachbar zur Linken stehenden Bäume einschätzt und nach der Seite BC hin kenntlich zeichnet. Hierbei ist es gut, wenn nicht alle Schätzer zu gleicher Zeit angehen, sondern b sich immer etwas hinter a,

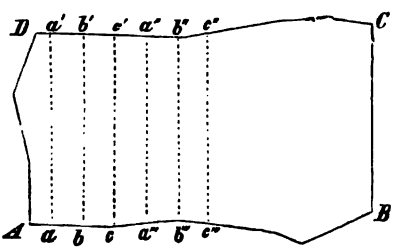


Fig. 77.

und c hinter b hält, damit jeder sieht, welche Stämme von seinem Vordermann schon aufgenommen wurden.

Auf der Bestandeslinie CD angekommen, stellt sich die Schätzerkolonne wieder in ähnlicher Weise in a″, b″ und c″ auf und schreitet parallel zu dem letzten Streifen c c′ wieder bis a‴, b‴ und c‴ vor. In gleicher Weise wird bis zu Ende des Bestandes fortgefahren.

Durchziehen den Bestand Wege, Fußpfade, Schluchten, Gräben oder sonst leicht kenntliche Zeichen, so ist es vorteilhaft, ersteren nach diesen Merkmalen in kleinere Sektionen zu teilen und jede besonders aufzunehmen, weil auf kürzere Strecken die Schätzerkolonne weniger leicht ihre Richtung verliert.

2. Die Bestandes-Aufnahme durch Okularschätzung einer Probefläche.

§ 35.

Im Königreich Sachsen soll man bei der Okularschätzung der Bestände nach Kunze*) wie folgt verfahren: Der Taxator durchgeht den Bestand, dessen Flächeninhalt gegeben sein muß, nach allen Richtungen, merkt sich alle größeren holzleeren Stellen und bringt die Summe derselben am Flächeninhalt in Abzug, reduziert also die wirkliche Fläche auf die normal bestockte Fläche des Bestandes. Hierauf wählt er sich im Bestande eine kleinere Fläche von etwa 1 Ar so aus, daß dieselbe hinsichtlich ihrer Bestockung der normalen zu entsprechen scheint und schätzt die darauf stockende Holzmasse ein. Die Holzmasse etwa des Ars multipliziert mit der Anzahl Are der normal bestockten Bestandesfläche giebt den Inhalt des Bestandes. Über die bei diesem Verfahren gewonnenen Resultate teilt Kunze aus einem Wirtschaftsbuche eine Zusammenstellung mit, aus der folgt, daß unter 45 mit dem späteren Schlagergebnis verglichenen Schätzungen 31 zu niedrig und 14 zu hoch eingeschätzt waren.

Bei den 31 zu niedrigen Schätzungen betrugen die Fehler:

bei	5	Schätzungen	0,1 bis	5	Prozent
„	1	„	5,1 „	10	„
„	4	„	10,1 „	15	„
„	5	„	15,1 „	20	„
„	3	„	20,1 „	25	„
„	3	„	25,1 „	30	„

*) Kunze, Holzmeßkunst Seite 132.

bei 4 Schätzungen 30,1 bis 35 Prozent
„ 3 „ 35,1 „ 40 „
„ 2 „ 40,1 „ 45 „
„ 1 „ 45,1 „ 50 „

Bei den 14 zu hohen Schätzungen betrugen die Fehler:

bei 6 Schätzungen 0,1 bis 5 Prozent
„ 2 „ 5,1 „ 10 „
„ 4 „ 10,1 „ 15 „
„ 2 „ 15,1 „ 20 „

Auch die Resultate dieser Methode können nicht für die Okularschätzung einnehmen. Dieselbe setzt überhaupt, soll sie einigen Anspruch auf Genauigkeit machen, Leute voraus, welche mit Erfahrung ausgerüstet sind und ein im Schätzen geübtes Auge haben. Aber selbst in diesem Falle bleibt das Verfahren mangelhaft, weil viele Fälle bekannt geworden sind, wo sogar anerkannte Meister in diesem Fache, wenn sie auch manchmal die Holzmasse fast ganz richtig schätzten, häufig auch wieder sehr bedeutende Fehler begingen. Man darf sich überhaupt nicht wundern, wenn von ungeübten Schätzern häufig Fehler von 20—50 und mehr Prozent gemacht werden, weil die Arbeit, bei der man sich in fortwährender Übung erhalten muß, um den Maßstab nicht zu verlieren, bei langer Fortsetzung auch eine recht anstrengende ist.

Häufig mangelt dem Forstmanne auch die nötige Zeit zu seiner Ausbildung in diesem Zweige der Taxation. Man machte daher auch den Vorschlag, zu diesem Geschäfte erfahrene und zuverlässige Holzhauer zu verwenden. In früherer Zeit hatte dieser Vorschlag mehr für sich als jetzt, wo das Prinzip der Arbeitsteilung auch in die Holzschläge immer mehr eindringt. Früher war der Holzhauer in der Regel auch Holzsetzer, er arbeitete einen Stamm nach dem andern in das vorgeschriebene Schichtmaß auf und konnte hierbei sein Schätzerauge zur Genüge üben; jetzt hat er wenigstens in einem wohl eingerichteten Holzhauereibetriebe, das gespaltete Holz meist nur an die Abfuhrwege zu bringen, wo es der besonders angestellte Holzsetzer vorschriftsmäßig in die Schichtmaße einlegt. Der Holzhauer kann bei einer derartigen Einrichtung oft keinen sicheren Maßstab mehr gewinnen.

Ein weiterer, eng mit der Okularschätzung verwachsener Mißstand ist noch der, daß man eigentlich die Arbeit des Taxators einer doch notwendigen Kontrole gar nicht unterwerfen kann, jede Angabe desselben über die gefundene Bestandesmasse muß blind geglaubt werden. Sollte

das Schätzungsresultat auch von der Wirklichkeit um 30—40 Prozent abweichen, zur Rechenschaft kann ein leichtfertiger Schätzer deshalb nicht gezogen werden, denn er wird sich immer ausreden können, nach Kräften gearbeitet zu haben. Wollte man aber die bereits geschätzten Bestände nochmals nachschätzen lassen, so würde ein solches Verfahren jedenfalls kostspieliger werden, als wenn man gleich anfänglich eine genauere, auf besseren und prüfbaren Grundlagen beruhende Methode in Ausführung gebracht hätte.

Aus diesen Gründen sollten die in §§ 34 und 35 beschriebenen Schätzungsverfahren nur noch bei Hiebsauszeichnungen, nicht aber für Zwecke der Forsteinrichtung und Waldwertberechnung angewendet werden, um so mehr nicht, als andere Methoden ohne lange Einübung und ohne große Erfahrung in derselben Zeit und mit denselben Kosten weit bessere und zu jeder Zeit prüfbare Resultate liefern.

3. Die Bestandes-Aufnahme nach Vergleichsgrößen oder Hiebsergebnissen.

§ 36.

Obgleich die in §§ 34 und 35 beschriebenen Schätzungsmethoden im Grunde auch Schätzungen nach Vergleichsgrößen sind, so unterscheiden sich jene doch von dieser wesentlich dadurch, daß nach § 34 jeder *einzelne* Baum geschätzt, nach § 35 die Bestandsmassen auf Grund der Schätzung einer normal bestockten Probefläche ermittelt wird, hier aber die Schätzung sich summarisch über den ganzen Bestand erstreckt.

Jene Waldungen nämlich, welche schon seit Jahren forstwirtschaftlich vermessen sind und in welchen die jährlichen Holzernten getrennt nach Abteilungen genau aufgenommen und verbucht werden; insbesondere auch solche Wirtschaftsganzen, welche schon vor geraumer Zeit reguliert wurden, so daß man die Fällungsergebnisse einzelner abgetriebener Bestände ganz genau per Flächeneinheit kennt, liefern in diesen Zahlen ein schätzbares Material, welches man unter Umständen zur Übertragung auf andere zu schätzende Bestände verwenden kann.

Angenommen, man kenne das Fällungsergebnis eines seiner Holzart und seinem Alter nach bekannten Bestandes, man habe sich über denselben auch Notizen bezüglich der wichtigsten die Bestandesmasse bestimmenden Faktoren gemacht oder letztere genau dem Gedächtnis eingeprägt, so kann man annehmen, daß ein anderer unter ähnlichen Verhältnissen erwachsener

Bestand, gleichen Alters und gleicher Holzart, welcher bei seiner sorgfältigen Betrachtung dieselben Eindrücke zurückläßt, auch dieselbe Holzmasse abwerfen wird. Man kann sogar durch eine derartige Vergleichung auch auf den Holzgehalt etwas älterer oder jüngerer, sowie mehr oder weniger geschlossener Bestände mit einiger Sicherheit schließen, wenn man nur die dann nötig scheinenden Abzüge oder Zuschläge mit der gehörigen Umsicht und Aufmerksamkeit vornimmt.

Ein derartiges Verfahren liefert vielleicht etwas bessere Resultate als das vorige; dennoch ist und bleibt es in seinen Resultaten schwankend und unsicher, weil die Richtigkeit der Schätzung auch hier wieder, neben der Güte des Augenmaßes, vorzugsweise von dem praktischen Blick, dem Talente und der Stimmung des Taxators abhängig bleibt. Wer daher wenig Erfahrung in solchen Schätzungen besitzt, wird ganz gewiß auch hier Irrungen ausgesetzt sein.

Erwägt man noch ferner, daß bei diesem Okularschätzungs-Verfahren notwendige Voruntersuchungen darüber angestellt werden müssen, ob sich dieser oder jener Bestand und unter welchen Verhältnissen zur Vergleichsgröße eigne, so wird man neben einem immerhin zweifelhaften Resultate, andern Methoden gegenüber, nur wenig an Zeit und Kosten sparen.

Deshalb verdient dieses Verfahren, so wenig als das vorige, bei Waldwertsberechnungs- und Teilungsfragen, so wie bei genaueren Taxationsarbeiten angewendet zu werden. Nur bei oberflächlichen Voranschlägen, Hiebsauszeichnungen und an Orten, wo das Holz überhaupt noch wenig Wert hat, verdient dasselbe in gegenwärtiger Zeit noch einige Beachtung.

II. Die Bestandes-Aufnahme nach Ertrags- oder Zuwachstafeln.*)

1. Die Ertrags- oder Zuwachstafeln im allgemeinen.

§ 37.

A. Begriff, Zweck und Bedeutung der Ertragstafeln.

a. Begriff und Zweck. Unter einer Ertrags- oder Zuwachstafel versteht man eine tabellarische oder graphische Darstellung des Wachstumsganges der Haubarkeits- und Zwischennutzungserträge (exkl.

*) Auf dem Gebiete der Ertragstafeln hat sich in den letzten 10 Jahren in Deutschland eine Thätigkeit entfaltet, wie sie vorher nie vorhanden war. Neben den

Stockholz) der Holzarten für verschiedene Standortsverhältnisse (Bonitäten) pro Flächeneinheit (das Hektar) in Altersabstufungen von Jahr zu Jahr, von fünf zu fünf oder zehn zu zehn Jahren.

Je nach der Bestandesbeschaffenheit unterscheidet man wieder:

a. Idealerträge, welche ein Bestand auf Grund seiner Standortsgüte abwerfen könnte, wenn sich keinerlei Wachstumsstörungen (Wind, Schneebruch, Insektenbeschädigungen u. s. w) geltend machen würden.

b. Normalerträge, d. h. solche Erträge, welche ein auf größeren Flächen von meistens 0,25 ha vollkommen bestockter Bestand bei wirtschaftlicher Behandlung und ungestörtem Wuchs zu liefern vermag (Näheres § 37 D).

c. Realerträge, d. h. solche, welche ein Bestand nach seiner gegenwärtigen Beschaffenheit durchschnittlich pro Flächeneinheit liefert. Da die Bestände sehr verschieden bestockt sind, so weichen natürlich die Realerträge, auch gleiche Bonitäten vorausgesetzt, sehr von einander ab.

Für Zwecke der Forstwirtschaftseinrichtung und Waldwertberechnung verwendet man nur Normalertragstafeln und hat der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten auch nur solche in sein Programm aufgenommen. Der Wirtschaftseinrichtung dienen Materialertragstafeln, welche für Zwecke der Waldwertberechnung und forstlichen Statik in Geldertragstafeln umgesetzt werden.

Anfängern, welchen das Studium der Ertragstafeln an dieser Stelle Schwierigkeiten bereiten sollte, geben wir den Rat, diesen Gegenstand zunächst zu überschlagen, und denselben erst am Schlusse des Werkes wieder aufzunehmen.

b. Bedeutung. Ertragstafeln sind von hohem wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Werte. Sie bringen die Zuwachsgesetze normaler

---

bereits in der Literaturnachweisung aufgeführten selbständigen Schriften machen wir noch auf folgende Abhandlungen aufmerksam:

Dr. M. Kunze: Beiträge zur Kenntnis des Ertrags der Fichte auf normal bestockten Flächen. Tharander forstl. Jahrbuch. Supplement I. 1. 1877. Derselbe: Daselbst III. 1. Derselbe: Beiträge zur Kenntniß u. s. w. der Kiefer. Daselbst III. 2. Derselbe: Bezüglich der Fichte. Daselbst IV. 2. Derselbe: Beiträge zur Kenntnis der Rotbuche in Bezug auf Form und Ertrag. Daselbst VI.

Dr. Wimmenauer: Ertragsuntersuchungen im Buchenhochwald. Allgem. F.- u. J.-Z 1880, Januarheft; 1885, Aprilheft; 1889, Märzheft.

Dr. Lorey: Ertragsuntersuchungen in Fichtenbeständen. Supplement der Allgem. F.- u. J.-Z. XII. 1.

Dr. E. Speidel: Ertragsuntersuchungen in Forchenbeständen Württembergs. Inaugural-Dissertation. 1886.

C. Braza: Seitherige Thätigkeit der deutschen forstl. Versuchsanstalten in Bezug auf Beschaffung tax. Hilfsmittel in Ganghofers forstl. Versuchswesen. Band II. Derselbe: Graphische Methode oder Weiserverfahren bei Aufstellung von Ertragstafeln. Forstl. Centralblatt 1887.

K. Schuberg: Über das Verhalten der Bestandsfaktoren bei verschiedener Stammzahl der Bestände. Forstw. Centralblatt 1882, S. 137.

Bestände in bezug auf Stammzahl, Höhen-, Kreisflächen und Massenentwicklung zur Anschauung, geben Auskunft über die Größe des normalen und wirklichen Vorrats, der Nutzungs- und Zuwachsprozente, über den Zeitpunkt des Eintritts des größten laufenden und durchschnittlichen Länge- und Massezuwachses, sie dienen ferner den Rentabilitätsberechnungen der verschiedenen forstlichen Betriebssysteme, und werden endlich bei Zuwachsberechnungen, Holzmassenschätzungen ganzer Bestände, bei der Feststellung der Reinertragsklassen zum Zwecke der Ermittlung der Waldsteuerkapitalien, zur Berechnung des Werts der Wälder und der Abfindungskapitalien zum Behufe der Ablösung von Waldservituten u. s. w. verwendet.

Sollen Ertragstafeln diesen wichtigen Anforderungen entsprechen, so müssen sie vor allen Dingen zuverlässig sein, sie dürfen nicht aus wenigen mühsam untersuchten Musterstämmen herausentwickelt werden, sondern müssen auf dem Boden der im Walde vorhandenen Thatsachen stehen und ein möglichst genaues Bild der in demselben vorhandenen Normalbestände entwerfen.

Den hohen Wert der Ertragstafeln erkannte man bereits zu Ende des vorigen Jahrhunderts, in welcher Zeit schon G. L. Hartig, Hennert und Paulsen solche Tafeln veröffentlichten, während Oettelt schon vorher Anleitung zu deren Aufstellung gegeben hatte. Es folgten im Laufe dieses Jahrhunderts weitere Tafeln von H. Cotta, Hundeshagen, Pfeil, Grebe, Burckhardt, Stahl, Kunze, Schuberg, R. Hartig, Weise, Schwappach, dem Verfasser und Anderen. Trotzdem ist der Gegenstand noch zu keinem vollen Abschluß gekommen.

B. Inhalt der Ertragstafeln.

Ertragstafeln, welche zur Einschätzung des Derb- und Reisholzes, des laufenden und durchschnittlichen Zuwachses, der Zuwachsprozente u. s. w. dienen sollen, müssen notwendig auch diejenigen Faktoren enthalten, welche deutlich erkennen lassen, in welche Bonität der zu schätzende Bestand einzureihen ist. Die älteren Ertragstafeln entsprechen dieser Bedingung nicht.

Man hat den älteren Ertragstafeln den Vorwurf gemacht,*) es sei ihnen das Material nicht beigefügt worden, aus welchem man sie aufgebaut habe, auch entbehrten sie einer genügenden Charakteristik der Standortsgüte. Der erste Vorwurf trifft bei den älteren Ertragstafeln zu, nicht aber bei denjenigen, welche aus den Arbeiten der forstlichen

*) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1877, Seite 186.

Versuchsanstalten hervorgingen. Was jedoch die Beifügung einer genauen Standortsbeschreibung (Charakteristik) betrifft, so kann einer solchen so lange keine große Bedeutung zuerkannt werden, als es nicht gelingt, den Anteil, den jeder Standortsfaktor an der Holzproduktion nimmt, in Prozenten auszudrücken.

Wir haben allen Grund zu bezweifeln, ob es in der Wissenschaft der Standortslehre je gelingen wird, mit leicht faßlichen und durchführbaren Mitteln diese Aufgabe zu lösen, andere aber werden in der Praxis unbeachtet bleiben. Denn wollte man dem Forstmann, um einen konkreten Bestand in irgend eine Ertragstafel einreihen zu können, immer erst zumuten, eine mechanische oder chemische Analyse des Bodens vorzunehmen, den Humus- und Feuchtigkeitsgehalt desselben, dessen Tiefgründigkeit und wasserdurchlassende Kraft u. s. w. zu untersuchen, so würde er gewiß lieber auf jede Ertragstafel verzichten. Und welchen Täuschungen ist man bei solchen Studien nicht ausgesetzt? Die physikalische Beschaffenheit des Bodens ist nach der Jahreszeit, je nachdem es vorher gar nicht, wenig oder viel geregnet hat, dem äußeren Anschein nach eine ganz verschiedene und doch werden die Standortsbeschreibungen für die Zwecke der Aufstellung von Ertragstafeln an einem bestimmten Tage vorgenommen, während Einschätzungen von Beständen für die Bedürfnisse forstlicher Praxis das ganze Jahr über erfolgen. Ein anscheinend guter Boden erzeugt oft einen schlechten Wuchs und umgekehrt. Wiederum steht auf einem flachgründigen Boden oft mehr Holz, als auf einem tiefgründigen, ohne daß man sich ohne zeitraubende Untersuchungen solche auffallende Erscheinungen hinreichend erklären könnte. Unter solchen Umständen wird die Bonitierung durch Beifügung der Standortsbeschreibung selten gefördert. Wer, wie Verfasser, bereits recht viele Ertrags-Probeflächen mit den darin ausgeworfenen, ein Meter tiefen Probelöchern für Untersuchung des Bodenzustandes an Ort und Stelle selbst beobachtet und gefunden hat, wie ungemein die Bodenzustände schon auf einer kleinen Probefläche wechseln, der wird sicher der Beifügung der Standortsbeschreibung keinen großen Wert beilegen. Ohnehin hat Braza die Bedeutungslosigkeit der Standortsanalyse für die Festsetzung der Bonität nachgewiesen*).

Wir müssen uns daher nach einfacheren, leicht faßbaren „Weisern" zur Bonitierung umsehen, und einen solchen haben wir in der mittleren Bestandeshöhe. Diese muß daher vor allen Dingen in allen brauchbaren Ertragstafeln enthalten sein.

*) F. Baur, forstwissenschaftliches Centralblatt 1881, Seite 273.

Schon ältere Schriftsteller, wie Öttelt, Burckhardt und Grebe u. s. w. haben die Bestandeshöhe als einen beachtenswerten Faktor für die Bonitierung hingestellt, ohne jedoch den näheren Nachweis für die Richtigkeit ihrer Ansicht beigebracht zu haben. Letzteren glauben wir in unseren mehrerwähnten Schriften über die Rotbuche und Fichte in einer dem praktischen Bedürfnisse genügenden Weise geliefert zu haben.

Schon bei einigem Nachdenken muß man zur mittleren Bestandeshöhe als einfachsten und sichersten Weiser für die Bonitierung hingedrängt werden. Setzt man nämlich gleiche Behandlung der Bestände von Jugend auf voraus, eine Bedingung, die man doch bei allen zu einer Ertragstafel zu vereinigenden Beständen stellen muß, so läßt sich auch gar kein stichhaltiger Grund angeben, warum, gleiche Alter vorausgesetzt, der höhere Bestand einer niederen, der niedere aber einer höheren Bonität angehören soll! Diese Auffassung brach sich in neuester Zeit immer mehr Bahn und wird in Bälde sich allgemeiner Anerkennung erfreuen.

Auch der mittlere Durchmesser, welchen Normalbestände verschiedener Bonitäten in den einzelnen Lebensjahren haben, könnte als Weiser für die Bonitierung angenommen werden, weil sich auch hier kein Grund auffinden läßt, warum ein Normalbestand besserer Bonität einen geringeren mittleren Durchmesser haben sollte, als ein solcher geringerer Standortsgüte. Aus verschiedenen Gründen eignet sich aber der mittlere Durchmesser weniger gut zur Beurteilung der Standortsgüte. Einmal stellt sich der Durchmesser oft in 100mal kleineren Einheiten dar, als die Höhe, sodann erfordert aber auch die Ermittelung des mittleren Durchmessers ein Bestandes viel mehr Zeit, als diejenige der mittleren Höhe, und endlich ist auch der mittlere Brust-Durchmesser nicht in dem Sinne ein die Masse der Bestände bestimmender Faktor, wie solches bei der Höhe, der Kreisflächensumme und Formzahl der Fall ist. Der mittlere Durchmesser eines Bestandes ist nämlich weit mehr als die Höhe von der Stammzahl abhängig, er steigt mit abnehmender Stammzahl und umgekehrt. Deshalb können auch zwei gleich alte und ein und derselben Bonität angehörige Bestände recht gut gleiche Holzmassen besitzen, obgleich sie sehr verschiedene mittlere Durchmesser haben. Es läßt sich dieses hundertfach im Walde nachweisen. Bei der Bonitierung nach der Höhe macht sich dieses Verhältnis zwar auch unter Umständen bemerklich, aber es tritt weit weniger auffallend hervor. Es hängt dieser Mißstand damit zusammen, daß wir bei der Aufstellung von Ertragstafeln leider immer noch Bestände zusammenfassen müssen, welche keine gleiche Begründung und Pflege erfahren haben.

Aus diesen Gründen glauben wir, daß man für gewöhnliche taxatorische Zwecke auf eine Aufnahme der mittleren Durchmesser in die Ertragstafeln verzichten kann.

Weit wichtiger ist die Beifügung der Kreisflächensummen, welche Bestände gleicher Holzart, aber verschiedener Bonitäten pro Flächeninhalt in den einzelnen Lebensjahren in Brusthöhe (1,3 m vom Boden) besitzen. Die Kreisflächensumme bietet zwar allein keinen Maßstab zur Beurteilung der Standortsgüte irgend eines Bestandes; denn ein solcher kann, wenn er z. B. schon angehauen oder vom Sturm durchlöchert ist, recht gut eine ganz kleine Kreisflächensumme besitzen und dennoch einer guten Bonität angehören. Die beigefügte Kreisflächensumme normaler Bestände leistet aber bei der Massenschätzung anderer Bestände nach Ertragstafeln gute Dienste. Denn beträgt die Kreisfläche eines vom Winde durchbrochenen Bestandes, bei gleichem Alter und gleicher Höhe, pro Hektar nur 0,75 der Kreisfläche der Ertragstafel, so wird ersterer auch nur 0,75 der Holzmasse des Normalbestandes enthalten. Schon aus diesem Grunde ist die Beifügung der Kreisflächen in den Ertragstafeln unerläßlich.

Was endlich die durchschnittliche Stammzahl normaler Bestände verschiedener Bonitäten und Holzarten in den einzelnen Lebensaltern betrifft, so hat Verfasser dieselbe zwar seinen Ertragstafeln beigefügt, obgleich es zweifelhaft ist, ob dieselbe bei der Holzmassenschätzung oder Bonitierung wesentliche Dienste leistet. Wären alle Bestände, welche in ein und dieselbe Ertragstafel aufgenommen werden mußten, anfänglich gleich begründet und später gleich behandelt worden, so würden natürlich auch alle einer Bonität angehörige Bestände im gleichen Alter gleiche Stammzahlen haben. Wie die Verhältnisse aber jetzt noch liegen, so weichen die Stammzahlen unserer Normalbestände selbst bei gleichen Massen oft sehr stark von einander ab, obgleich sie alle gut geschlossen sein können; denn bei vielen Stämmen und schwachen Kronen kann ja derselbe Schluß erzielt werden, als bei weniger Stämmen mit dichten und tiefer angesetzten Kronen. In Beständen mit geregeltem Durchforstungsbetrieb ist deshalb auch die Stammzahl eine weit geringere als da, wo die Durchforstungen aus irgend einem Grunde zurückbleiben mußten. Da diese Verhältnisse von den Produktions- und Absatzverhältnissen abhängen, welche wir nicht immer nach Wunsch zu regeln vermögen, so werden auch die Stammzahlen normaler Bestände künftig noch differieren und deshalb auch unsere Ertragstafeln noch lange unvollkommen bleiben.

Der Ansicht Schuberg's*) innerhalb jeder Bonität noch drei Schlußgrade anzunehmen, vermögen wir nicht beizutreten. Man würde bei diesem Verfahren mehr zu Realertragstafeln, und nicht zu Normalertragstafeln gelangen, deren Aufstellnng auch der Verein deutscher forstl. Versuchsanstalten vorschreibt.

C. Allgemeine oder Lokalertragstafeln.

Ertragstagstafeln, welche sich auf kleinere Gebiete mit gleichen Wachstumsverhältnissen beziehen, nennt man lokale, im Gegensatz zu allgemeinen, welche aus größeren Bezirken oder Ländern hervorgegangen sind.

Die Frage, ob man Ertragstafeln für größere Länder, etwa für ganz Deutschland, oder für kleinere geographisch oder geognostisch begrenzte Landesteile, z. B. für den Schwarzwald, Thüringer Wald, den Meeressandboden Norddeutschlands, die Rhein-Main-Ebene u. s. w. aufstellen soll, ist schon wiederholt aufgeworfen, aber noch nicht endgültig entschieden worden. Auch in Württemberg wurde die Frage, gelegentlich der neuen Einschätzung der Walderträge zum Zwecke der Besteuerung, in den 1870er Jahren wieder praktisch, man fand es aber in dem verhältnismäßig kleinen Lande nicht für zweckmäßig, für die einzelnen Landesteile Württembergs Lokalertragstafeln aufzustellen. Soweit unsere in diesem Lande angestellten Beobachtungen und Untersuchungen gehen, und es wurden in demselben unter unserer Leitung 99 Fichten- und 184 Buchenertragsflächen angelegt, kamen wir zur Ansicht, daß hier die Aufstellung von Lokalertragstafeln, auf Grund scharf unterscheidbarer Wachstumsgebiete, mit großen Schwierigkeiten verbunden sei und sich daher vorerst nicht lohne. Es stocken nämlich auf dem Diluvium und der Molasse Oberschwabens nicht höhere, massenreichere und wesentlich anders geformte Bestände, wie auf den verschiedenen Gliedern des Juras, Keupers, Muschelkalks u. s. w. Auf allen diesen Formationen kommen gute und schlechte Bonitäten vor, ein Unterschied besteht nur in soweit, als z. B. auf dem Diluvium und der Molasse Württembergs vorherrschend bessere Standorte, auf dem Jura, Keuper u. s. w. aber, je nach Lage und Schichte, mehr mittlere und schlechte neben wenigen besseren Bonitäten, anzutreffen sind.

So weichen z. B. die Formzahlen der Fichte, bei gleichen Altern und Höhen, in dem Forstamt Weingarten (Schuttland nahe am Bodensee) kaum von denjenigen in den Forstämtern Ellwangen und Crailsheim (Keuper, Jura ꝛc. im Jaxtkreis) ab. Jedenfalls sind Abweichungen im

*) F. Baur: Forstw. Centralblatt. 1882.

Zuwachsgang weniger auf das Wachstumsgebiet, als auf ungleiche Behandlung der Bestände bezüglich ihrer Begründung und Pflege, namentlich in der Jugendzeit, zurückzuführen. Diese Auffassung wird dadurch gestützt, daß Ertrags- und Formdifferenzen in jüngeren Beständen überhaupt relativ größere sind, während sie mit wachsendem Bestandesalter wegen der dann überall gleichmäßiger werdenden Behandlung mehr und mehr schwinden.

Wenn daher für kleinere Länder die Aufstellung von Lokalertragstafeln jetzt nicht notwendig, vielmehr vielleicht erst später einmal erwünscht erscheint, so liegt doch die Frage, ob man für ganz Deutschland allgemeine Normalertragstafeln entwerfen soll, wesentlich anders. Allerdings beziehen sich Pfeil's Erfahrungstafeln, welche gar keine Aufschlüsse über ihre Entstehung geben und den Wachstumsgang der Bestände unrichtig darstellen, auf den Massengehalt der in Deutschland in reinen Beständen vorkommenden Holzarten. Auch Preßler veröffentlichte mit Hülfe des verschiedensten fremden, nicht mitgeteilten Materials „Normalertragstafeln für Deutschland" von recht zweifelhafter Brauchbarkeit. Dagegen stützen sich die Burckhardt'schen Tafeln vorzüglich auf in Hannover gesammeltes Material, wurden aber doch lange anstandslos in den verschiedensten Ländern von Leuten vom Leder wie vom Katheder verwendet. Ob aber derartige Tafeln bei ihrer Anwendung immer den nötigen Grad von Sicherheit gewähren, ist schon deshalb zweifelhaft, als Deutschlands Waldungen in sehr verschiedenen geographischen Breiten und Längen und in sehr wechselnden Meereshöhen liegen, auch bis jetzt nach sehr verschiedenen Methoden begründet und erzogen wurden. Dazu kommt noch der Mißstand, daß in genannten Tafeln die Bonitäten wegen fehlender Angaben der Bestandeshöhen, Kreisflächensummen u. s. w. ungenügend charakterisiert sind.

Giebt es in größeren Ländern z. B. in Deutschland, besondere Wachstumsgebiete, in welchen die Holzarten einen klar ausgesprochenen, charakteristischen Wachstumsgang zeigen, dann wird auch die Aufstellung von Lokalertragstafeln Bedürfnis. Nach unserer Ansicht ist aber eine wissenschaftliche Lösung dieser Angelegenheit jetzt noch nicht möglich, weil es noch an geeignetem und zulänglichem Untersuchungsmaterial fehlt und der einschlagenden Frage der Wirtschaftsgebiete mindestens dieselbe Berechtigung eingeräumt werden sollte.

Man darf nämlich nicht übersehen, daß in Gegenden, in welchen man besondere Wachstumsgebiete glaubt annehmen zu dürfen, die Wirt-

Der Ansicht Schuberg's*) innerhalb jeder Bonität noch drei Schlußgrade anzunehmen, vermögen wir nicht beizutreten. Man würde bei diesem Verfahren mehr zu Realertragstafeln, und nicht zu Normalertragstafeln gelangen, deren Aufstellnng auch der Verein deutscher forstl. Versuchsanstalten vorschreibt.

C. Allgemeine oder Lokalertragstafeln.

Ertragstagstafeln, welche sich auf kleinere Gebiete mit gleichen Wachstumsverhältnissen beziehen, nennt man lokale, im Gegensatz zu allgemeinen, welche aus größeren Bezirken oder Ländern hervorgegangen sind.

Die Frage, ob man Ertragstafeln für größere Länder, etwa für ganz Deutschland, oder für kleinere geographisch oder geognostisch begrenzte Landesteile, z. B. für den Schwarzwald, Thüringer Wald, den Meeressandboden Norddeutschlands, die Rhein-Main-Ebene u. s. w. aufstellen soll, ist schon wiederholt aufgeworfen, aber noch nicht endgültig entschieden worden. Auch in Württemberg wurde die Frage, gelegentlich der neuen Einschätzung der Walderträge zum Zwecke der Besteuerung, in den 1870er Jahren wieder praktisch, man fand es aber in dem verhältnismäßig kleinen Lande nicht für zweckmäßig, für die einzelnen Landesteile Württembergs Lokalertragstafeln aufzustellen. Soweit unsere in diesem Lande angestellten Beobachtungen und Untersuchungen gehen, und es wurden in demselben unter unserer Leitung 99 Fichten- und 184 Buchenertragsflächen angelegt, kamen wir zur Ansicht, daß hier die Aufstellung von Lokalertragstafeln, auf Grund scharf unterscheidbarer Wachstumsgebiete, mit großen Schwierigkeiten verbunden sei und sich daher vorerst nicht lohne. Es stocken nämlich auf dem Diluvium und der Molasse Oberschwabens nicht höhere, massenreichere und wesentlich anders geformte Bestände, wie auf den verschiedenen Gliedern des Juras, Keupers, Muschelkalks u. s. w. Auf allen diesen Formationen kommen gute und schlechte Bonitäten vor, ein Unterschied besteht nur in soweit, als z. B. auf dem Diluvium und der Molasse Württembergs vorherrschend bessere Standorte, auf dem Jura, Keuper u. s. w. aber, je nach Lage und Schichte, mehr mittlere und schlechte neben wenigen besseren Bonitäten, anzutreffen sind.

So weichen z. B. die Formzahlen der Fichte, bei gleichen Altern und Höhen, in dem Forstamt Weingarten (Schuttland nahe am Bodensee) kaum von denjenigen in den Forstämtern Ellwangen und Crailsheim (Keuper, Jura ꝛc. im Jaxtkreis) ab. Jedenfalls sind Abweichungen im

*) F. Baur: Forstw. Centralblatt. 1882.

Zuwachsgang weniger auf das Wachstumsgebiet, als auf ungleiche Behandlung der Bestände bezüglich ihrer Begründung und Pflege, namentlich in der Jugendzeit, zurückzuführen. Diese Auffassung wird dadurch gestützt, daß Ertrags- und Formdifferenzen in jüngeren Beständen überhaupt relativ größere sind, während sie mit wachsendem Bestandesalter wegen der dann überall gleichmäßiger werdenden Behandlung mehr und mehr schwinden.

Wenn daher für kleinere Länder die Aufstellung von Lokalertragstafeln jetzt nicht notwendig, vielmehr vielleicht erst später einmal erwünscht erscheint, so liegt doch die Frage, ob man für ganz Deutschland allgemeine Normalertragstafeln entwerfen soll, wesentlich anders. Allerdings beziehen sich Pfeil's Erfahrungstafeln, welche gar keine Aufschlüsse über ihre Entstehung geben und den Wachstumsgang der Bestände unrichtig darstellen, auf den Massengehalt der in Deutschland in reinen Beständen vorkommenden Holzarten. Auch Preßler veröffentlichte mit Hülfe des verschiedensten fremden, nicht mitgeteilten Materials „Normalertragstafeln für Deutschland" von recht zweifelhafter Brauchbarkeit. Dagegen stützen sich die Burckhardt'schen Tafeln vorzüglich auf in Hannover gesammeltes Material, wurden aber doch lange anstandslos in den verschiedensten Ländern von Leuten vom Leder wie vom Katheder verwendet. Ob aber derartige Tafeln bei ihrer Anwendung immer den nötigen Grad von Sicherheit gewähren, ist schon deshalb zweifelhaft, als Deutschlands Waldungen in sehr verschiedenen geographischen Breiten und Längen und in sehr wechselnden Meereshöhen liegen, auch bis jetzt nach sehr verschiedenen Methoden begründet und erzogen wurden. Dazu kommt noch der Mißstand, daß in genannten Tafeln die Bonitäten wegen fehlender Angaben der Bestandeshöhen, Kreisflächensummen u. s. w. ungenügend charakterisiert sind.

Giebt es in größeren Ländern z. B. in Deutschland, besondere Wachstumsgebiete, in welchen die Holzarten einen klar ausgesprochenen, charakteristischen Wachstumsgang zeigen, dann wird auch die Aufstellung von Lokalertragstafeln Bedürfnis. Nach unserer Ansicht ist aber eine wissenschaftliche Lösung dieser Angelegenheit jetzt noch nicht möglich, weil es noch an geeignetem und zulänglichem Untersuchungsmaterial fehlt und der einschlagenden Frage der Wirtschaftsgebiete mindestens dieselbe Berechtigung eingeräumt werden sollte.

Man darf nämlich nicht übersehen, daß in Gegenden, in welchen man besondere Wachstumsgebiete glaubt annehmen zu dürfen, die Wirt-

schaftsgrundsätze sehr verschieden sein können, so daß schon aus diesem Grunde die Bestände einen sehr verschiedenen Wachstumsgang nehmen müssen. Wir erinnern z. B. nur an die vielfach verschiedenen Wirtschaftsgrundsätze im badischen und württembergischen Schwarzwald!

Die Frage wird mit der Zeit nur gelöst werden können, wenn man in den mutmaßlichen Wachstumsgebieten eine größere Anzahl ständiger Normalversuchsflächen in noch intakten jugendlichen Beständen anlegt, diese ganz gleich behandelt und von Zeit zu Zeit neu aufnimmt. Nach einer größeren Anzahl Jahren wird es sich dann nachweisen lassen, ob der Wachstumsgang in den einzelnen Wachstumsgebieten ein hinreichend abweichender ist, um die Aufstellung von lokalen Ertragstafeln zu rechtfertigen. Der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten hat diesen Weg bereits betreten, die Resultate reifen aber selbstverständlich bei dieser Frage langsam.

D. Normalbonität und Normalbestand.

Unter normaler Bonität (Standortsgüte) versteht man die Gesamtwirkung von Boden, Lage und Klima auf den ungestörten Wuchs gesunder und vollbestockter Bestände. Wirken auf den Bestand außerordentliche Verhältnisse (Sturm, Frost, Schnee u. s. w.) störend ein, so äußern sich die Faktoren des Standortes anders und man spricht von konkreter Bonität oder Bestandsgüte. Die vielen Faktoren des Standorts wirken bald hemmend, bald fördernd, auf den Zuwachs ein, und deshalb ist auch das Produkt derselben, die Holzmasse, welche innerhalb einer gewissen Zeit erzeugt wird, nach Qualität und Quantität sehr verschieden. In Wirklichkeit kommen sehr viele Standorte vor. Für Wissenschaft und Praxis genügt aber eine beschränkte Anzahl von Bonitätsklassen. Bei Bildung vieler Klassen verliert man leicht die Übersicht und erschwert das Einschätzen konkreter Bestände in die betreffende Bonität. Es genügt deshalb für den Hochwaldbetrieb die Ausscheidung von fünf Klassen; denn wird der Standort für eine anspruchsvolle Holzart (z. B. Buche, Tanne, Fichte) zu schlecht, dann empfiehlt sich deren Umwandlung in eine andere. Bei Nieder- und Mittelwaldwirtschaft, welche ein enger begrenztes Gebiet einnehmen, genügen drei Bonitäten.

Hat man sich für eine bestimmte Anzahl Bonitäten entschieden, so handelt es sich bei der Aufstellung von Normalertragstafeln zunächst darum, diejenigen Normalflächen auszuwählen, welche innerhalb der gesteckten Grenzen ein und derselben Bonität angehören. Es ist dies die wichtigste

aber auch schwierigste Arbeit, weil, wie wir wissen, die Größe der Wirkung jedes einzelnen Standortsfaktors auf den Zuwachs unbekannt ist.

Wir stoßen hier zunächst auf die Frage, wann sind Bestände als normal anzuerkennen? Der Begriff „Normalbestand" ist schwer festzustellen und wir haben in der Literatur noch keine genügende Definition gefunden. Man ging seither über denselben leicht hinweg, und doch muß der Begriff normal, soweit es unser Bestandesmaterial zuläßt, scharf definiert werden, wenn man nicht von vornherein auf eine Feststellung der Zuwachsgesetze verzichten will.

Der gemeinschaftlich durchberatene Arbeitsplan des Vereines deutscher forstlicher Versuchsstationen sagt: „Normal sind solche Bestände, welche nach Maßgabe der Holzart und des Standorts bei ungestörter Entwicklung auf Flächen von mindestens 0,25 Hektar als die vollkommensten anzusehen sind". Diese Definition hat sich nach unsern ausgedehnten Beobachtungen und Erfahrungen als unzulänglich erwiesen. Höchstens genügt sie, wenn sämtliche Normalflächen durch einen Sachverständigen ausgewählt werden, wie solches meistens z. B. in Baden, Bayern, Sachsen und Württemberg geschieht, sie ist aber unzulänglich, wenn bei der Auswahl der Versuchsflächen eine Reihe von Personen aus den verschiedensten Revieren und Waldgebieten aufgeboten werden.

Geschieht nämlich die Auswahl der Ertragsflächen durch eine Person, so erlangt dieselbe bald genügende Erfahrung bezüglich der Beurteilung der Frage, ob die Bestände zu den vollkommensten gehören oder nicht, obgleich auch hier Mißgriffe nicht ganz ausgeschlossen sind. Letztere zeigen sich aber in der Regel erst nach Beseitigung des Nebenbestandes und der Aufnahme des bleibenden Hauptbestandes. Erst dann erweisen sich manche Ertragsflächen, andern gegenüber, als zu lückig oder stammarm und müssen daher nachträglich wieder fallen gelassen werden.

Sind dagegen viele Personen mit der Auswahl der Normalflächen betraut, dann bleibt es erfahrungsmäßig nicht aus, daß sich der Begriff normal nach der angeführten Definition verrückt und verschieden beurteilt wird. In einem Waldgebiete erscheinen Bestände als die vollkommensten, welche in andern unter die lückigen oder stammarmen gehören und darum als ungeeignet zurückgewiesen werden.

Auf Grund dieser Wahrnehmungen muß der Begriff „Normalbestand" schärfer festgestellt werden und wir glauben, daß er sich hinreichend genau definieren läßt. Sind nämlich zwei oder mehrere Bestände gleicher Bonität und Holzart, welche als normal angesprochen wurden,

wirklich normal, so müssen dieselben, selbstverständlich möglichst ungestörten Wuchs und gleiche Behandlung vorausgesetzt, bei gleicher Höhe und gleichem Alter auch gleiche Holzmassen liefern. *Diese Bedingung wird aber genügend erfüllt, wenn sie gleiche Kreisflächen besitzen.* Es läßt sich dieses wie folgt beweisen: Es seien die gleichen Holzmassen beider Bestände k, die Kreisflächensumme des einen g, des andern g', die Höhe des einen h, des andern h' und die mittlere Formzahl des einen f, des andern f', so ist die Holzmasse des einen $k = g.h.f$ und des anderen $k = g'.h'.f'$; daher $g.h.f = g'.h'.f'$. Der Bedingung gemäß sollen aber die auf ihre Normalität zu untersuchenden gleich alten Bestände gleiche Höhe haben. In diesem Falle sind aber, wie die neueren Formzahluntersuchungen ergeben haben, auch die mittleren Formzahlen genügend gleich, d. h. es ist da $h = h'$ und $f = f'$, auch $g = g'$, d. h. *die Kreisflächen der zu untersuchenden gleich alten Bestände müssen gleich sein.*

In der Praxis wird man allerdings kaum zwei Bestände finden, auch wenn man den vollkommensten Schluß voraussetzt, welche bei gleichem Alter und gleicher Höhe ganz gleiche Kreisflächen haben, es wären das Idealbestände, während wir Normalbestände suchen.

Die genannte Bedingung braucht daher nur annähernd eingehalten zu werden, d. h. es handelt sich hier nur um eine Verständigung darüber, wie weit die Kreisflächensummen gleich alter und hoher Bestände, um als *normale* bezeichnet zu werden, von einander abweichen dürfen. In dieser Beziehung fand mein Antrag, welchen ich gelegentlich der Versammlung des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten im September 1888 in Ulm stellte, Zustimmung. Derselbe lautete: *als normal im Sinne der Ertragstafeln sind solche Bestände zu bezeichnen, welche bei gleichem Alter, gegebener Holzart und gleicher Höhe, bezüglich ihrer Maximalgrundflächen nicht mehr als 15 % von einander abweichen.* Als selbstverständlich wird hierbei angenommen, daß Bestände mit extrem hohen Kreisflächen, welche in dem ganzen Waldgebiete als ganz seltene Ausnahmen erscheinen, unberücksichtigt bleiben. Bei diesen Definitionen bleibt es natürlich ausgeschlossen, künftig nicht geschlossene oder zu stammarme Bestände als *normal* bei Bearbeitung der Ertragstafeln aufzunehmen, wie solches leider von *Weise* in seinen Ertragstafeln für die Kiefer noch geschehen ist.

Selbstverständlich wird man nicht immer mehrere ganz gleich alte und gleich hohe Bestände bezüglich ihrer Kreisflächen vergleichen können, es ist dieses für den vorliegenden Zweck auch gar nicht notwendig. Hätte

man z. B. neben einem 77 Jahre alten und 27 m hohen Bestand mit 52,5 qm Kreisflächensumme einen andern von 70 Jahren, 25 m Höhe und 48 qm Kreisfläche, so läßt sich ja durch Aufrechnung des Zuwachses mit hinreichender Genauigkeit berechnen, daß dieser Bestand nach 7 Jahren, also im 77. Jahre cirka eine Höhe von 27,5 m und eine Kreisflächensumme von 52,76 qm haben wird, also ganz gut als normal aufgenommen werden kann.

Man hat auch vorgeschlagen, die in gleichaltrigen und gleich hohen Ertragsflächen vorhandenen Stammzahlen pro Hektar als Weiser für die Normalität zu betrachten. So lange aber die zur Vergleichung kommenden Bestände nicht gleich begründet und gleich behandelt wurden, können die Stammzahlen trotz gleicher Höhe und gleichem Alter sehr verschieden, die Kreisflächensummen aber doch gleich sein. So sind z. B. in Bayern die Stammzahlen normaler Fichtenbestände gleicher Bonität durchschnittlich nicht unbeträchtlich höher als in Württemberg, es liegt das nur in dem in Bayern vielfach noch wenig ausgebildeten Durchforstungsbetrieb. Es ist daher die Stammzahl direkt kein massebildender Faktor und deshalb auch zur Beurteilung der Frage der Normalität weniger geeignet.

E. Methoden zur Auffindung der einer Bonität angehörigen normalen Bestände.

Ist der Begriff „Normalbestand" festgestellt, dann sind bei der Aufstellung von Ertragstafeln diejenigen normalen Ertragsflächen auszuwählen und aufzunehmen, welche einer und derselben Bonität angehören und voraussichtlich denselben Wachstumsgang zeigen. Man hat dabei folgende Methoden in Vorschlag gebracht:

a. Wiederholte Aufnahme eines und desselben Bestandes von Jahr zu Jahr oder besser von 5 zu 5 Jahren und im letzteren Fall Interpolation der fehlenden Zwischenglieder.*)

Dieses Verfahren setzt für jede künftige Ertragstafel eine ständige Versuchsfläche voraus. Durch wiederholte Aufnahme derselben würde sich im Laufe der Zeit eine Ertragstafel aufbauen, von welcher man die volle Überzeugung haben könnte, daß die Glieder derselben einer Standortsgüte angehören. Wir erblicken hierin einen Hauptvorzug, aber auch nur den einzigen des Verfahrens.

*) Karl Heyer: Aufruf zur Gründung eines forststatischen Vereins in v. Wedekinds „Neuen Jahrbüchern der Forstkunde", 1846, Heft 30, S. 135.

Eine Hauptschattenseite der Methode besteht zunächst darin, daß, wenn man den Zuwachsgang eines Bestandes vom Jahre Null bis zur Haubarkeit verfolgen wollte, man eine ganze Umtriebszeit zuwarten müßte, bis man in den Besitz einer Ertragstafel käme, von der es aber fraglich wäre, ob sie auch den Wirtschaftsregeln nach hundert und mehr Jahren noch entsprechen würde. Es setzt nämlich dieses Verfahren nicht nur eine gleichbleibende Ertragsfähigkeit des Bodens durch die ganze Umtriebszeit hin, sowie eine gleiche Behandlung und Erziehung von Jugend auf, sondern auch einen ungestörten normalen Wuchs voraus, der nicht unter dem Einfluß von Insekten, Streu- oder Holzfrevel, Duft- und Schneebruch, Windwurf u. s. w. leiden darf, lauter Voraussetzungen, welche für einen so großen Zeitraum nicht wohl mit Ernst gemacht werden können.

Man denke sich doch nur den Fall, ein Anhänger dieser Methode habe vor 120 Jahren mit der Aufstellung einer Ertragstafel begonnen und seine Nachkommen hätten dieselbe jetzt glücklich zu Ende geführt. Wird eine solche Ertragstafel, wenn sie den am Eingange erwähnten Zwecken dienen soll, für die vorgeschrittene heutige Forstwirtschaft noch anwendbar sein, und wird umgekehrt eine Ertragstafel, mit deren Aufbau wir heute beginnen, der Forstwirtschaft nach 120 Jahren genügen? Wir glauben eine Antwort auf diese Frage nicht erst geben zu müssen. *Eine Ertragstafel, welche der Gegenwart dienen soll, muß sich daher auf den Boden der jetzigen Thatsachen stellen, sie darf nicht rechnen mit Zuständen, wie sie waren und wie sie vielleicht kommen werden, weil diese auf dem Gebiete der Bodenkultur unberechenbar sind.* Wir können daher auch diese Methode, welche wiederholt vorgeschlagen wurde, ohne Nachahmer zu finden, nicht befürworten.

Wenn auch vor Gründung des forstlichen Versuchswesens, z. B. in Baden und Württemberg, ständige Versuchsflächen angelegt wurden, so geschah dies weniger in jungen als in älteren Beständen, und nach keiner übereinstimmenden Methode. Diese Versuchsflächen sind daher auch vielfach wieder in Vergessenheit geraten oder unbrauchbar geworden. Seit Durchführung des forstlichen Versuchswesens im deutschen Reiche ist jedoch in dieser Beziehung eine wesentliche Änderung eingetreten. Es wurden z. B. in Württemberg, Sachsen, Baden, Hessen, Preußen u. s. w. eine Menge ständiger Versuchsflächen in noch intakten jungen natürlichen Verjüngungen, sowie in Saat- und Pflanzbeständen angelegt, weil die Zukunft je nach der Begründungsweise der Bestände verschiedene Ertragstafeln verlangt. Diese Bestände werden, im Falle man hinreichend große zusammenhängende normale Flächen finden kann, nach *drei* verschiedenen Graden durchforstet, damit künftig auch nach dieser Richtung hin der verschiedene Wachstums-

gang derselben beobachtet werden kann. Es wurden also nach allen Richtungen hin alle denkbaren Eventualitäten in sorgsamste Erwägung gezogen. Die Zukunft mag lehren, wie weit sich solche Versuchsflächen werden hinausführen lassen. Jedenfalls sind Laubhölzer geringeren Gefahren wie ältere Nadelhölzer ausgesetzt.

b. Wiederholte Aufnahme der Massen mehrerer Bestände verschiedenen Alters*).

Die Methode a. führt erst nach Ablauf einer langen Hochwaldumtriebszeit zum Ziele, während wir augenblicklich Ertragstafeln brauchen; sie hat ohnehin noch die bereits geschilderten Schattenseiten. Diese Betrachtungen mögen zur folgenden Methode hingedrängt haben:

Man wählt, wenn man z. B. schon nach 20 Jahren im Besitze einer Ertragstafel sein will, etwa in einem 20, 40, 60 und 80jährigen Normalbestand, von vermutlich gleicher Bonität, eine Ertragsfläche aus. Hierauf ermittelt man die Holzmasse übereinstimmend in allen Flächen und nimmt sie etwa von 5 zu 5 Jahren wiederholt auf. Es werden dann nach 20 Jahren die Holzmassen der in eine Ertragstafel vereinigten Probeflächen von 5 zu 5 Jahren gegeben sein, und man kann dann die fehlenden Zwischenglieder mit weitaus genügender Genauigkeit durch Interpolation bestimmen. Lassen sich keine geeigneten Normalbestände in Abständen von 20 zu 20 Jahren finden, was in der Regel der Fall sein wird, so muß man eben Bestände mit ungleichen Altersdifferenzen wählen und die Ertragstafel wird dann erst nach einer der größten Altersdifferenz zweier aneinander grenzender Bestände entsprechenden Anzahl Jahre fertig sein. Wie man sieht, besteht ein Vorzug dieser Methode darin, daß man nach ihr schon nach 20 bis 30 Jahren in den Besitz zuverlässiger Ertragstafeln gelangen könnte. Dagegen hat das Verfahren auch seine Schattenseiten, denn es wird nur dann richtig sein, wenn die in eine Ertragstafel vereinigten Bestände:

1. auch wirklich einer Bonität angehören und
2. auf gleiche Art begründet, bestockt und von Jugend an ganz gleich behandelt wurden.

ad 1. Um Bestände von möglichst gleicher Bonität in eine Ertragstafel zu bekommen, sollen schon bei der ersten Auswahl als „Weiser" die Faktoren der Standortsgüte und die Beschaffenheit der Holzbestände selbst dienen. Da wir aber die Wirkung der einzelnen Faktoren des Standorts

*) Karl Heyer, Aufruf zur Gründung eines forststatischen Vereines. S. 120. Eduard Heyer, über Aufstellung von Holzertragstafeln. Allg. Forst- u. Jagdzeitung, 1857, S. 329.

auf den Holzwuchs selbst zu wenig kennen, auch bloße äußere Eindrücke, welche die Bestände auf uns machen, keine ausreichenden Anhalte bieten, so werden wir auf dieser unsicheren Basis nur zufällig befriedigende Resultate erhalten. Man begnügte sich daher mit diesen Anhalten auch nicht, sondern ging einen Schritt weiter und sagte:*)

Die in eine Ertragstafel vereinigten Bestände verschiedenen Alters werden ganz sicher auch einer Bonität angehören, *wenn die Masse der verschiedenen Bestände in den gleichen Altersjahren die nämliche, auch der Zuwachsgang der vereinigten Bestände ein stetiger* (kein sprungweiser) ist, d. h., um auf unser erstes Beispiel zurückzukommen, wenn der jetzt 20jährige Bestand nach 20 Jahren genau die Masse des jetzt 40jährigen, und letzterer nach 20 Jahren wieder die Masse des jetzt 60jährigen Bestandes besitzt u. s. w.

Es unterliegt nun keinem Zweifel, daß durch diese Zusatzbedingung das Verfahren an Zuverlässigkeit gewinnt, aber ganz untrüglich ist es deshalb doch nicht, denn es läßt sich aus einer Menge der Wirklichkeit entlehnten Beispielen nachweisen, daß, wenn auch ein z. B. jetzt 40jähriger Bestand nach 20 Jahren die Masse des jetzt 60jährigen Normalbestandes hat, beide doch nicht gleicher Standortsgüte zu sein brauchen. Umgekehrt brauchen sich die Massen nicht zu decken, und beide Bestände können trotzdem gleiche Bonität haben.

So überzeugend das Verfahren nach vorstehendem Beispiel auch zu sein scheint, so gestaltet sich dasselbe nach längerer Beschäftigung mit der Auswahl von Versuchsflächen im Walde oft schon deshalb als mißlich, weil

ad 2. die Begründung und weitere Behandlung *der in eine Ertragstafel vereinigten Bestände meist keine gleiche ist.*

An diesem wichtigen Punkte kranken jetzt noch *alle* Methoden zur Aufstellung von Ertragstafeln, und dasjenige Verfahren, welches am wenigsten von diesem Übelstande betroffen wird, verdient daher auch den Vorzug.

Der Einwand, man dürfe eben zu einer Ertragstafel keine Bestände verschiedener Begründung und Behandlung verwenden, ist aber leichter zu machen, wie zu befolgen.

Das Verfahren 2 verlangt nämlich, darüber darf man sich nicht täuschen, eine große Anzahl Versuchsflächen; denn wenn z. B. der jetzt 20jährige Bestand nach 20 Jahren *nicht* die Masse des jetzt 40jährigen

*) Allg. Forst- und Jagdzeitung 1877, S. 192.

besitzt, so müssen eben noch Reservebestände vorhanden sein, welche möglicherweise diese Bedingung erfüllen, denn sonst hätte man nach 20 Jahren wieder keine Ertragstafeln. Auch darf, wie schon hervorgehoben, ein beträchtlicher Abgang an Versuchsflächen durch Naturereignisse und andere Unglücksfälle nicht unberücksichtigt bleiben. Nach meinen mehr als 20jährigen Erfahrungen findet man aber das Material zu vollständigen Ertragstafeln selbst für eine Holzart *nie* in einem einzigen Reviere. Man muß daher auf eine Vereinigung von Beständen *gleicher* Geschichte verzichten. Dazu kommt, daß selbst in einem Reviere eine einzelne Abteilung nicht immer gleiche Behandlung findet; denn nicht selten wird ein Teil einer solchen zur rechten Zeit schwach oder stark durchforstet, während sich die Durchforstung im übrigen Teile aus irgend einem Grunde noch eine Reihe von Jahren hinausschiebt. So kann man z. B. bei der natürlichen Verjüngung der Buche beobachten, daß in einem Teile der Abteilung das Holz viel stärker erscheint als im andern, während doch der ganze Schlag aus einem Samenjahre stammt! Die Ursache liegt häufig nur darin, daß die Samenbäume des stärkeren Teils der Abteilung früher als diejenigen der schwächeren abgetrieben, oder ein Teil früher als der andere durchforstet wurde. Noch zu größeren Verschiedenheiten gelangt man, wenn man dichte mit lichten Saat- oder Pflanzbeständen gleicher Bonität vergleicht. Die Bestände haben daher oft eine verschiedene Geschichte und dennoch muß man sie aus Mangel besseren Materials in eine Ertragstafel vereinigen. Die einzelnen Glieder einer solchen Tafel werden daher auch nach n Jahren nicht immer so zusammenwachsen, daß der Zuwachsgang der einer Bonität überwiesenen Bestände dadurch einen klaren Ausdruck fände. Denn wenn z. B. der schon mehrfach erwähnte 40jährige Bestand an der unteren, der 60jährige dagegen an der oberen Grenze der Normalität steht, so wird es auch bei gleicher Bonität ganz unmöglich sein, daß der 40jährige Bestand nach 20 Jahren dieselbe Holzmasse wie der jetzt 60jährige besitzt.

Es muß aber hier noch auf einen anderen Punkt hingewiesen werden. Es kann z. B. die beiderseitige Bestockung eine *gleich* normale, die des 40jährigen Bestandes also der des 60jährigen entsprechend sein*), und trotzdem braucht die Holzmasse des 40jährigen Bestandes nach 20 Jahren nicht diejenige des 60jährigen Bestandes zu erreichen.

*) Dieses zu beurteilen wird allerdings schwer sein, so lange das Gesetz der Abnahme der Stammzahlen mit wachsendem Bestandesalter noch nicht feststeht, was ja gerade durch Aufstellung vollständiger Ertragstafeln erst klargestellt werden kann.

In dem 40jährigen Bestand kann z. B. infolge einer erst sehr spät zum ersten Mal eingelegten Durchforstung die Masse zurückgeblieben, im 60jährigen dagegen wegen früher Durchforstung vorangeeilt sein. Auch hier wird, gerade weil beide Bestände gleiche Standorte besitzen, nach 20 Jahren der 40jährige den 60jährigen noch nicht eingeholt haben.

So wie man die mittlere Formzahl eines Bestandes nur ganz zufällig aus der Untersuchung eines einzelnen Stammes richtig finden kann, ebenso wenig kann man aus einer einzigen Untersuchung, z. B. eines 40jährigen Bestandes I. Bonität, auf die Holzmasse aller 40jährigen Bestände I. Bonität schließen, weil eben der Begriff normal nicht mathematisch scharf definierbar ist. Hierin liegt auch gerade der Grund, warum auch das zweite soeben beschriebene Verfahren zu einer vollkommenen Entwicklung schwer kommen wird.

Günstiger gestaltet sich die Methode, wenn man nicht für irgend eine Bonität nur je einen Bestand verschiedenen Alters auswählt, sondern sehr viele Ertragsflächen verschiedenen Alters anlegt und wiederholt aufnimmt. Aus den sich dann mit der Zeit ergebenden zahlreichen Kurvenstücken lassen sich dann leichter die zusammen gehörigen zu Ertragstafeln zusammenfügen. Dieser Weg ist von den forstlichen Versuchsanstalten derjenigen Staaten in neuerer Zeit betreten worden, in welchen ständige Ertragsflächen zum Zwecke wiederholter Aufnahme angelegt wurden.

c. Einmalige Aufnahme mehrerer Bestände verschiedenen Alters und Ergänzung der fehlenden Zwischenglieder mittelst Interpolation.

Will man alsbald Ertragstafeln haben, so sind die Methoden a und b unbrauchbar.

Um in kürzester Zeit Ertragstafeln zu schaffen, schlug man vor, eine möglichst große Anzahl Bestände verschiedenen Alters und vermutlich gleichen Standorts auszuwählen. Dieselben werden dann vorher ordnungsmäßig durchforstet, ihre bleibende Haubarkeitsmasse aufgenommen und die fehlenden Zwischenglieder durch graphische oder rechnungsmäßige Interpolation ergänzt.

Die Richtigkeit des Verfahrens hängt natürlich auch hier wieder davon ab, ob die zu einer Ertragstafel vereinigten Bestände thatsächlich einer Bonität angehören, gleich bestockt und begründet sind und von Jugend an gleich behandelt wurden, denn sonst werden die vereinigten Glieder der Ertragstafel keine Kurve, sondern eine Wellenlinie bilden.

Zur Beurteilung des Standorts diente seither die Untersuchung der einzelnen Standortsfaktoren und das äußere Ansehen der Bestände; beides, wie sich ergeben hat, unsichere Anhalte. Würde man aber künftig zur Beurteilung des Standorts die Scheitelhöhe hereinziehen, so hätte man in dieser, namentlich gleiche Behandlung der Bestände vorausgesetzt, einen genügenden Maßstab für die Bonitierung. Allein die Voraussetzung gleicher Bestockung, Begründung und gleicher Behandlung der fraglichen Bestände wird selten eintreten, und so liegen hier die sich auf diesen Punkt beziehenden Mängel noch in verschärftem Maße wie bei Verfahren b vor, wo wenigstens einige Kontrole darin liegt, daß die Bestände in zwei Altersperioden aufgenommen werden sollen.

Man hat bezüglich richtiger Auswahl gleicher Standorte nach dieser Methode u. A. noch folgenden Vorschlag gemacht*):

„Sind die Alter zweier auf Standorten von gleicher Güte stockenden Bestände nur um die Länge einer Durchforstungsperiode verschieden, so ist in dem älteren Bestande die ganze Masse der dominierenden Stämme des jüngeren Bestandes enthalten. Ermitteln wir z. B. die Masse eines 30jährigen Bestandes, nachdem derselbe eben durchforstet worden ist; sie sei = 76 Festmeter pro Hektar. Gesetzt, die Länge einer Durchforstungsperiode betrage 10 Jahre, so suchen wir einen 40jährigen Bestand auf, welcher im Alter 30 ebenfalls eine Masse von 76 Festmeter pro Hektar besaß; wir haben alsdann vorerst zwei Bestände, welche der nämlichen Standortsgüte angehören. Lassen wir jetzt den 40jährigen Bestand durchforsten, ermitteln wir nachher seine Masse — sie sei 135 Festmeter pro Hektar — und suchen wir nun einen 50jährigen Bestand auf, welcher im Alter von 40 Jahren 135 Festmeter besaß, so wird auch dieser Bestand der nämlichen Standortsgüte wie die beiden vorhergehenden Bestände zuzurechnen sein. In dieser Weise fahren wir fort, bis wir eine hinreichende Zahl von Beständen gleicher Standortsgüte aufgefunden haben".

So glatt und leicht sich diese Vorschrift auch liest, so schwierig wird sich die Auswahl der Bestände im Walde selbst machen. Nach meinen Wahrnehmungen bei der Auswahl von Versuchsfällen werden sich Bestände von der verlangten Beschaffenheit überhaupt nicht finden, es sei denn, daß man, im Falle die Sache nicht zusammenpassen will, den jüngeren oder älteren Bestand, nur um ihn brauchbar zu machen, so lange aushaut, bis der Bedingung Genüge geleistet ist.

Es führt hiernach die Methode c zwar am schnellsten zu Ertragstafeln, dieselbe kann jedoch ebenfalls keinen Anspruch auf hohen Vollkommenheitsgrad machen.

d. Aufstellung von Ertragstafeln nach Weiserbeständen.

Nach dieser Methode will man ebenfalls rasch zu Ertragstafeln kommen, ohne die einzelnen Bestände nach einer Reihe von Jahren wieder-

*) Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1877, S. 192. Dr. K. Heyer: Die Waldertragsregelung. 3. Aufl. Leipzig 1883, S. 176.

holt aufnehmen zu müssen. Man sucht die Aufgabe, in eine Ertragstafel nur Bestände gleicher Standortsgüte zu vereinigen, mit Hilfe sogenannter Weiser oder Weiserbestände zu lösen, die im Allgemeinen auf der Annahme beruhen, daß der ältere Bestand aus dem jüngeren hervorgegangen ist, so daß er wenigstens einen Teil der Holzmasse des jüngeren enthält. Auf dieser Unterlage glaubt man nun vom normalen haubaren Bestand aus durch spezielle Untersuchung der Stämme, wie sie derselbe vor n Jahren gehabt haben mag, hinreichend sichere Schlüsse auf die Masse jüngerer Bestände resp. Bäume gleicher Beschaffenheit machen zu können. Es wurden in dieser Beziehung von Huber, Th. Hartig, Robert Hartig und G. Wagener besondere Vorschläge gemacht und auch ausgeführt, die nun kurz betrachtet werden sollen.

α. Das Verfahren von Huber*).

Dasselbe gründet sich auf den Huber'schen Satz, daß „der zur Zeit der Haubarkeit gefundene mittlere Baum aller Wahrscheinlichkeit nach auch von Jugend auf immer ungefähr der mittlere gewesen sei".

Hiernach hätte man nur in einem normalen haubaren, z. B. 100jährigen Weiserbeständen (Versuchsfläche) die Stärke des Mittelstammes zu ermitteln, wie solches später gelehrt werden wird, an diesem durch Abzählen der Jahrringe die mittlere Stärke des Bestandes im Jahre 80, 60, 40, 20 u. s. w. zu bestimmen, so würden andere Bestände, welche im gleichen Jahre 80, 60, 40, 20 u. s. w. dieselbe mittlere Stärke hätten, wie der Weiserbestand, auch mit diesem gleichen Standort besitzen. Gegen dieses Verfahren lassen sich nun folgende gewichtige Gründe vorbringen:

1. Es ist im höchsten Grade unwahrscheinlich, ja bei der seitherigen Durchforstungsweise — vorzugsweise die schwächeren Stämme auszuhauen und die stärkeren stehen zu lassen — geradezu unmöglich, daß der Stamm, welcher im jugendlichen Alter der Mittelstamm war, auch im mittleren Alter und noch weniger zur Zeit der Haubarkeit noch der Mittelstamm ist. Von den 5840 Stämmen, welche in 30 Jahren z. B. in einem normalen Fichtenbestand II. Bonität nach meinen Untersuchungen noch stehen sollen, sind

im	40.	Jahre	noch	4000	Stämme
„	60.	„	„	2080	
„	80.	„	„	1200	
„	100.	„	„	744	

*) Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Meyer und Behlen, 1824, 2. Bd. 3. Heft und 1825, 4. Bd. 1. Heft.

vorhanden; die übrigen, d. h. meist die schwächeren, unterdrückten Stämme, sind im Laufe der Jahre den Durchforstungen anheimgefallen. Es muß daher der Mittelstamm des jugendlichen Bestandes im mittleren Alter zu den unterdrückten gehören, und zur Zeit der Haubarkeit ist er überhaupt im Bestande nicht mehr zu finden; folglich kann auch der Mittelstamm im Weiserbestande keinen zuverlässigen Anhalt bieten für die mittlere Stärke anderer jüngerer oder mittelalter Bestände. Diese Ansicht hat inzwischen auf dem Wege exakter Untersuchung seine volle Bestätigung gefunden, indem die herzogl. Braunschweig'sche forstliche Versuchsanstalt*) an 1857 angelegten ständigen Versuchsflächen, welche 1862, 1867, 1872 und 1877 wiederholt aufgenommen wurden, überzeugend nachwies, daß der wirkliche Mittelstamm von 1857 den späteren nicht folgen konnte, sondern mehr und weniger hinter denselben zurückblieb.

2. Auch das Huber'sche Verfahren muß gleiche Begründung und Behandlung aller auf ihre Standortsgüte zu untersuchenden Bestände mit dem Weiserbestande voraussetzen. Da aber diese Annahme in Wirklichkeit nicht zutrifft, so können die Mittenstärken der zu untersuchenden jüngeren Bestände ganz gut mit denen des Weiserbestandes übereinstimmen, ohne daß deshalb immer gleiche Standortsgüten vorausgesetzt werden dürfen.

3. Angenommen aber auch, die Huber'sche Hypothese sei richtig, so folgt daraus, daß die Mittenstärke des Weiserstammes mit derjenigen des gleich alten jüngeren Bestandes übereinstimmt, noch lange nicht, daß auch die Holzmasse des Weiserbestandes z. B. im Alter a mit derjenigen des auf seinen gleichen Standort zu prüfenden Bestandes vom gleichen Alter a übereinstimme. Dieses wäre nur dann der Fall, wenn auch hinsichtlich der Kreisflächen, Höhen und Formzahlen Übereinstimmung bestände, was aber schwer nachzuweisen sein dürfte, weil alle zuverlässigen Anhalte über Stammzahlen, Höhen, Kreisflächen, die der Weiser in früheren Jahren besaß, fehlen.

4. Da die Massen gleich alter Normalbestände, auch wenn sie gleiche Standorte einnehmen, wegen nie ganz gleicher Bestockung immer verschieden sein werden, so ist es zufällig, wenn der ausgewählte Weiserbestand auch eine Holzmasse besitzt, welche der mittleren Normalität entspricht;**) er ist deshalb auch aus diesem Grunde nicht der richtige

*) Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1878, S. 113 ff.

**) Nach den Beschlüssen des Vereins deutscher forstl. Versuchsanstalten dürfen die Kreisflächensummen um 15% von einander abweichen. (Vergl. § 37 D).

Weiser, sondern es müßte aus verschiedenen gleich alten, mutmaßlich einer Bonität angehörenden Beständen, das Mittel genommen werden.

β. Das Verfahren von Theodor Hartig*) und Robert Hartig.**)

Diese Verfahren bilden insofern einen Gegensatz zu dem Huber'schen, als sie sich nicht auf die Mittenstärke, sondern auf die stärksten und höchsten Stämme des Weiserbestandes gründen. Die Hartig'schen Weiserbestandsmethoden stützen sich auf die Annahme, daß diejenigen Stämme, welche das Haubarkeitsalter erreichen, auch in früheren Jahren der stärksten, höchsten und massenreichsten Klasse angehörten; sie glauben deshalb auch unterstellen zu können, daß z. B. ein 40jähriger Bestand nur dann von der Standortsgüte des haubaren Weiserbestandes sein könne, wenn ersterer mindestens ebenso viel Stämme von derjenigen Stärke, Höhe und Masse besitze, als der Weiserbestand im 40. Jahre aufweist.

Da die Verfahren von Theodor Hartig und dessen Sohn Robert Hartig in der Hauptgrundlage zusammenfallen, die letztere Methode aber neuer ist und sich durch eine Hypothese weniger auszeichnet, so wird es genügen, dasselbe kurz und so darzustellen, wie es durch R. Hartig auf Seite 16 u. f. seiner „Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft u. s. w., 1868", selbst geschah.

Hiernach gründet sich jede R. Hartig'sche Ertragstafel auf den in einer Zuwachstabelle dargestellten Wachstumsgang eines Weiserbestandes, über dessen Auswahl, Behandlung und sonstige Verwertung etwa Folgendes gesagt ist:

„Ein möglichst alter und normaler Bestand (Weiserbestand), dessen Biographie in einer Erfahrungstafel dargestellt werden soll, wird einer genauen Untersuchung unterworfen".

„Nach Absteckung einer normal bestockten Probefläche von 1—2 Morgen Größe, werden sämtliche Stämme mit der Kluppe 4,5 Fuß Preuß. über dem Boden übers Kreuz gemessen und die mittleren Durchmesser auf 0,1 Zoll genau notiert. Dabei werden diejenigen Stämme besonders bezeichnet, welche im Falle einer sofort eintretenden Durchforstung dem Bestande entnommen würden" . . .

*) Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche. 1847.

**) Vergleichende Untersuchungen über den Wachstumsgang und Ertrag der Rotbuche und Eiche im Spessart, 1865, und die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft im Harz- und Wesergebirge. Stuttgart 1868.

„Aus den Durchforstungsstämmen wird eine besondere Klasse gebildet, von den übrigen, dem Bestand verbleibenden Stämmen wird die Gesamtstammgrundfläche berechnet und letztere je nach den vorkommenden Durchmesserverschiedenheiten in 4—6 gleiche Teile geteilt".

„Die Einteilung der Stämme in Klassen wird nun so ausgeführt, daß in die erste Klasse die stärksten und zwar so viele derselben vereinigt werden, daß ihre Grundflächensumme dem vorher aus der Gesamtgrundfläche berechneten Klassenanteile möglichst entspricht."

„Die nächst starken Stämme fallen in die zweite Klasse u. s. w., so daß also die in jeder Klasse vereinigten Stämme zusammen eine möglichst gleich große Grundfläche besitzen, infolge dessen jede Stammklasse eine wegen der Verschiedenheiten der Höhe und Formzahl allerdings nur annähernd gleich große Holzmasse repräsentiert" . . .

„Durch Division der Stammgrundfläche einer jeden Klasse mit der zugehörigen Stammzahl erhält man die Grundfläche der zu fällenden mittleren Modellstämme. Bei diesem Verfahren wird bei n Klassen für jeden nten, also im Allgemeinen für jeden gleich großen Teil der Gesamtholzmasse ein Probestamm gefällt".

„Die Fällung der Probestämme bezweckt im Wesentlichen die Ermittlung der Höhe und Formzahl einer jeden Klasse . . . . Die gefällten Probestämme werden ausgeästet und in der Regel in 8 Fuß lange Sektionen eingeteilt".

„Aus der Mitte einer jeden Sektion der Klassenstämme des Weiserbestandes wurde eine Querscheibe herausgeschnitten und nach Ermittlung des Flächeninhaltes derselben an einer Mehrzahl von Durchschnittsradien die durchschnittliche Breite von je 5 Jahresringen gemessen".

„Aus der Differenz der Jahresringszahl in den verschiedenen Höhen ließ sich das Höhenwachstum, aus den Jahrringsbreiten das Stärke- und Massenwachstum jeder Sektion, also auch des ganzen Baumes genau ermitteln. Die Resultate dieser Untersuchungen finden sich in der Zuwachstabelle zusammengestellt".

Die Angaben dieser Zuwachstabelle sind es nun, welche bei der Auswahl der in eine Ertragstafel zusammenzustellenden jungen Bestände als „Weiser" dienen", weßhalb Th. Hartig den ältesten normalen Bestand „Weiserbestand" genannt hat.

Zeigen die stärksten Stammklassen eines jüngeren Bestandes dasselbe Höhen- und Stärkewachstum und einen gleichen Massengehalt, wie die Klassenstämme des Weiserbestandes in demselben Alter besessen haben, so

wird daraus der Schluß gezogen, daß die Standortsgüte beider Bestände die gleiche sei, daß also der junge Bestand gewissermaßen eine frühere Altersstufe des Weiserbestandes repräsentiere, und darum als Glied der zu entwerfenden Ertragstafel angesehen werden kann.

Die Aufnahme der jüngeren Bestände, welche nach gefundener Übereinstimmung mit dem Weiserbestand einer Standortsgüte angehören und deshalb zu einer Ertragstafel vereinigt werden sollen, geschieht in derselben Weise wie die des Weiserbestandes, nur mit dem Unterschiede, daß die Probeflächen um so kleiner sein können, je jünger der Bestand ist — $^1/_2$ — $^1/_{10}$ Morgen.

R. Hartig*) hebt noch ausdrücklich hervor, daß bei dem Vergleich eines jüngeren Bestandes mit den Resultaten des Weiserbestandes (Zuwachstabelle) selbstverständlich besonders die ersten Stammklassen des jungen Bestandes ins Auge zu fassen seien.

„Enthält der Weiserbestand 100 Stämme pro Morgen, so genügt es, wenn mindestens 100 Stämme des jüngeren Bestandes in Länge, Stärke und Inhalt mit den Dimensionen der Klassenstämme des Weiserbestandes annähernd übereinstimmen".

„Zeigt der junge Bestand eine größere Anzahl vom Stämmen, welche erheblich höher und stärker sind, als die Zuwachstabelle (des Weiserbestandes) für dasselbe Alter nachweist, so gehört der junge Bestand einem besseren Standort an und ist zu verwerfen; stehen dagegen auch die stärksten Stämme des jungen Bestandes erheblich zurück hinter den Maximalangaben der Zuwachstabelle, so gehört er einem geringeren Standort an und paßt ebenfalls nicht in die Tafel".

Zwischen dem Verfahren von Th. Hartig und R. Hartig dürften die folgenden zwei wichtigen Unterschiede bestehen:

1. R. Hartig faßt bei der Vergleichung der jüngeren Bestände mit dem Weiserbestande besonders die stärksten Stammklassen, Th. Hartig auch die schwächeren Stammklassen ins Auge. Das R. Hartig'sche Verfahren ist deshalb aus den schon bei der Huber'schen Methode entwickelten Gründen zuverlässiger.

2. R. Hartig bestimmt die Holzmasse der in eine Ertragstafel zu vereinigenden jüngeren und mittelalten Bestände durch direkte Aufnahme derselben selbst, Th. Hartig legt dagegen die Weiserstammmessungen zu Grunde und sucht die sogenannten Ergänzungsstämme mittelst Zuhilfe-

*) Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft ꝛc. Stuttgart 1868, S. 20.

nahme einer Hypothese zu berechnen, wofür sich kein Grund einsehen läßt. Es verdient daher auch von diesem Gesichtspunkte aus das R. Hartig'sche Verfahren den Vorzug.

Das Th. und R. Hartig'sche Weiserbestandsverfahren, welches in der Literatur wiederholt angefochten wurde, dürfte neben den namhaft gemachten Vorzügen folgende Schattenseiten besitzen:

1. Da die Methode für jede Bonität nur einen normalen möglichst alten (haubaren) Bestand auswählt und untersucht, so ist es zufällig, wenn derselbe hinsichtlich seiner Schluß- und Höhenverhältnisse, seiner Kreisfläche und Holzmasse, im Sinne des Begriffes eines Normalbestandes (Seite 238) auch der mittleren Normalität angehört. Wie bereits erwähnt, haben Bestände ganz gleicher Alter und Standortsgüte, auch wenn man sie bei der Auswahl für normal angesprochen hat, nach der Aufnahme nur selten gleiche Massen, es sind sogar Differenzen bis zu 10 und 20 Prozenten möglich. Um diese Verschiedenheiten zum Ausgleich zu bringen, müßten notwendig aus einer Anzahl gleich scheinender Bestände Mittelwerte gebildet und ein diesem Mittelwert gleichkommender Bestand als Weiserbestand ausgewählt werden. Unterläßt man dieses, so kann man zwar eine Bestandeschronik, d. h. eine dem Weiserbestand entsprechende Ertragstafel konstruieren, dieselbe gehört aber nur zufällig und zwar nur dann der betreffenden Bonität an, wenn der ausgewählte Weiserbestand auch das Mittel aller gleich alten, haubaren und normalen Bestände derselben in sich vereinigt. Steht z. B. der ausgewählte Weiserbestand an der untersten Grenze der Normalität, so werden die in der konstruierten Ertragstafel enthaltenen Erträge nicht der Produktionskraft der wirklichen Standortsgüte entsprechen, sondern zu niedrig sein und umgekehrt.

2. Der auszuwählende Weiserbestand vom Alter der Umtriebszeit muß nach Th. Hartig*) so beschaffen sein, „daß er in jeder Hinsicht vollkommen bestanden ist, und von Jugend auf unter Verhältnissen erwuchs, die dem normalen Verlaufe der Entwicklung geschlossener Hochwaldbestände entsprechen". Wir fügen aber der Th. Hartig'schen Anforderung noch die weitere unerläßliche Bedingung hinzu: auch alle jüngeren normalen Bestände, welche auf Grund der Resultate des Weiserbestandes mit diesem gleiche Standortsgüte besitzen und darum mit ihm in eine Ertragstafel vereinigt werden sollen, müssen mit dem Weiserbestande gleich begründet, gleich bestockt und durch alle Lebensalter hindurch gleich behandelt

*) Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche, S. 34.

worden sein, auch gleiche sonstige Geschicke durch Sturm, Insekten, Frevel u. s. w. erfahren haben, sonst operiert man in einer Arbeit mit unvergleichbaren Größen und kann daher zu keinen richtigen Resultaten gelangen.

Die an das Weiserbestandsverfahren gestellten obigen Bedingungen finden sich aber, wie wir gesehen haben, thatsächlich bis jetzt nie oder nur unvollkommen verwirklicht, und deshalb kann die Weiserbestandsmethode so gut wie die bereits geschilderten Verfahren keine ganz befriedigenden Resultate liefern, sie zeigt den Zuwachsgang des Weiserbestandes, nicht aber den Verlauf der Entwicklung der vielen einer Bonität angehörigen Bestände.

Nach meinen reichlichen Erfahrungen ist es zur Zeit noch unmöglich, in eine Ertragsreihe lauter Bestände zu vereinigen, welche obigen Bedingungen gleicher Begründung, Bestockung, Behandlung u. s. w. durch alle Alter hindurch entsprechen.

Th. Hartig fühlte auch diese wunde Seite seines Verfahrens sehr wohl, sonst hätte er nicht wörtlich gesagt*): „Bestände, die durch Umwandlung aus andern Betriebsarten entstanden, solche, die in früheren Jahren außerordentlich licht erwuchsen, die aus Stockausschlag 2c. entstanden u. s. w., sind zu Weiserbeständen nicht tauglich. Schafteinheit, Astansatz, und Aststellung, Rindebildung, Konformität und Gleichalterigkeit der Bestandsglieder u. s. w. geben in Ermangelung historischer Nachrichten den nötigen Ausweis. Allerdings gehören alte Bestände, die ihrer ganzen Ausdehnung nach diesen Erfordernissen entsprechen, heute noch zu den seltenen Erscheinungen, kleinere Bestandesflächen dieser Art werden sich, wenn auch nicht häufig, doch hier und da in jeder Lokalität auffinden lassen".

Hier ist offenbar übersehen worden daß nicht nur der Weiserbestand eine gleichmäßige Begründung und Behandlung erfahren haben muß, sondern daß auch sämtliche künftig in eine Ertragsreihe zu vereinigenden Bestände ganz die gleichen Bedingungen erfüllen müssen.

Ob man aber bei „mangelnden historischen Nachrichten", und solche werden in älteren Beständen in der Regel fehlen, in Fragen, welche eine so sorgfältige Behandlung erfordern, mit Untersuchung „der Schafteinheit, Astansatz und Aststellung, Rindenbildung u. s. w." seinen Zweck wird erreichen können, das erscheint denn doch mehr als zweifelhaft.

Auch R. Hartig fühlt die Mängel seiner Methode indem er sagt**): „Bei dem völligen Mangel jedes anderen brauchbaren Maßstabes zur Beurteilung der Standortsgüte halte ich die Auswahl nach einem Weiserbestande als die zutreffendste, ohne deshalb zu verkennen, daß auch dieses Verfahren noch mit manchen Mängeln behaftet ist, unter denen namentlich der hervorzuheben ist, daß

*) Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche. S. 34.

**) Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und die Buchenbrennholzwirtschaft 1868, S. 21.

eine abweichende Erziehungsweise den Wuchs der einzelnen Bäume in einer Weise begünstigt und benachteiligt haben kann, daß dadurch die Standortsgüte zu hoch oder zu niedrig angesehen wird".

Den schlagendsten Beweis, wie schwierig es ist, Bestände gleicher Begründung und Behandlung für eine Ertragsreihe zusammen zu finden, und wie mißlich daher auch die Aufstellung ganz tadelloser Ertragstafeln ist, liefert übrigens R. Hartig gerade in seinem eigenen Untersuchungsmateriale selbst.

Übersieht man nämlich in seiner mehrgenannten Schrift die Ertragstafeln über den Wachstumsgang und Ertrag der Fichtenbestände des Harzes I. und II. Standortsklasse (geringere Bonitäten wurden nicht untersucht), so macht man sofort die auffallende Bemerkung, daß zu den in eine Ertragsreihe vereinigten Beständen bis zum 40. Jahre nur Büschelpflanzungen und zwar sehr verschiedener Verbandarten gewählt wurden, während über die Geschichte der über 40 bis 150jährigen Bestände nichts mitgeteilt wird. Da ältere brauchbare Büschelpflanzungen noch fehlen, so stammen die übrigen Bestände sicher aus verschieden behandelten natürlichen Verjüngungen oder Saaten. Weiter fällt auf, daß auch die Durchforstungen keineswegs nach gleichem Maßstab, sondern bald schwächer, bald stärker, bald häufiger, bald seltener ausgeführt wurden. Den übrigen Untersuchungen fehlen meist Notizen über Begründung und frühere Behandlung der einzelnen Bestände, doch läßt sich soviel erkennen, daß Bestände sehr verschiedener Lagen und Behandlungsweisen in eine Ertragsreihe vereinigt worden sind.

Man könnte nun einwenden, der Einfluß der Bestandsbegründung und Behandlung sei kein so großer und es würden nach dem Weiserbestandsverfahren doch noch am sichersten die Bestände gleicher Standortsgüte in eine Ertragsreihe vereinigt. Aber auch dieser Einwand läßt sich aus den Resultaten der R. Hartig'schen Untersuchungen überzeugend widerlegen. Ja man kann sogar nachweisen, daß die von uns bei der Aufstellung von Ertragstafeln für die Fichte in Württemberg eingeschlagene viel einfachere Methode wesentlich richtigere Resultate liefert, als das äußerst mühsame Hartig'sche Verfahren, obgleich in unserer Bearbeitung damals noch eine Anzahl Bestände als normal aufgenommen wurden, welche wir jetzt nicht mehr als solche aufnehmen würden und auch in unserer Arbeit über die Rotbuche ausgeschieden haben.

Ein Kriterium für die richtige Vereinigung von Normalbeständen gleicher Standortsgüte in eine Ertragstafel liegt nämlich darin, daß die Durchschnittszuwachse der Einzelbestände, ohne größere Sprünge zu machen, mit dem Alter ansteigen, dann ein Maximum erreichen, von da an langsam wieder fallen, und daß gleich alte oder nahezu gleich alte Bestände auch gleiche Holzmassen resp. Durchschnittszuwachse besitzen müssen.

Wir haben nun die Durchschnittszuwachse der von R. Hartig untersuchten Fichtenbestände des Harzes auf tiefgründigem Thonschieferboden I. und II. Bonität pro Hektar in Festmetern berechnet und die Durchschnittsergebnisse in Abstufungen von 10 zu 10 Jahren in folgender Übersicht zusammengestellt. Zum Vergleiche haben wir solches auch für unsere in Württemberg angestellten Untersuchungen der Fichte gethan

I. Bonität.

	Durchschnittszuwachs pro Hektar Festmeter.	
	nach Baur	nach R. Hartig
Alter 20 bis 29	10,5	6,4
„ 30 „ 39	9,8	8,3
„ 40 „ 49	11,2	9,3
„ 50 „ 59	10,5	9,0
„ 60 „ 69	9,5	9,6
„ 70 „ 79	9,5	9,3
„ 80 „ 89	10,4	—
„ 90 „ 99	9,2	7,9
„ 100 „ 109	8,6	8,2
Hiernach größte Differenz unter den Durchschnittszuwachsen	2,6	3,2

II. Bonität.

Alter 20 bis 29	6,2	2,4
„ 30 „ 39	6,6	7,6
„ 40 „ 49	8,1	7,5
„ 50 „ 59	7,9	8,2
„ 60 „ 69	8,6	7,8
„ 70 „ 79	7,9	7,9
„ 80 „ 89	7,9	7,6
„ 90 „ 99	7,4	6,5
„ 100 „ 109	--	6,5
„ 110 „ 119	--	6,9
Größte Differenz unter den Durchschnittszuwachsen zwischen 20 und 99 Jahren	2,4	5,8
„ 40 „ 99 „	0,7	1,7

Wie vorstehende Übersicht ergiebt, schützt auch das Hartig'sche Weiserbestandsverfahren keineswegs vor Unregelmäßigkeiten im Zuwachsgang, es haben normale Bestände gleicher Bonität und gleichen Alters, wie es doch sein sollte, keineswegs immer gleiche Durchschnittszuwachse. Bei Beständen I. Bonität fällt z. B. nach R. Hartig der Durchschnittszuwachs von 9,3 auf 9,0, steigt dann wieder auf 9,6, fällt wieder auf 9,3, dann auf 7,9 und steigt dann nochmals auf 8,2 Festmeter. Während die Differenzen zwischen dem höchsten und niedrigsten Durchschnittszuwachs nach unserer Methode bei I. Bonität nur 2,6 betragen, sind sie nach R. Hartig 3,2, und doch hätten wir, gleichen Genauigkeitsgrad beider Methoden angenommen, größere Differenzen erhalten dürfen, weil unsere Durchschnittszuwachse zu größeren Zahlen, nämlich bis zu 11,2 — gegenüber 9,6 — ansteigen. Hätten wir aber noch diejenigen unserer Versuchsflächen, welche sich nach der Aufnahme als nicht ganz der mittleren Normalität angehörig erwiesen, ausgeschieden, wie wir solches auch bei unseren Rotbuchenertragstafeln gethan haben, so hätten sich noch weit geringere Differenzen ergeben.

Noch günstiger gestalten sich unsere Resultate, den R. Hartig'schen gegenüber, bei der II. Bonität. Hier betragen die größten Differenzen zwischen 20- und 99jährigen Beständen nach unserem Verfahren 2,4, nach R. Hartig aber 5,8 Festmeter. Läßt man aber zu gunsten des Hartig'schen Verfahrens die 20—39jährigen Bestände als schwer untersuchbar ganz weg, dann sinken nach unserer Methode die größten Differenzen auf 0,7 Festmeter, während sie nach R. Hartig immer noch 1,7 betragen.

Ähnliche bedeutende Differenzen, wie bei der Fichte, finden sich auch bei der Rotbuche. Nach der R. Hartig'schen Ertragstafel für Rotbuchen-Hochwaldbestände auf buntem Sandstein im Spessart betragen z. B. die jährlichen Durchschnittszuwachse pro Hektar an prädominierender Holzmasse

im Jahre	25	27	35	37	53	59	68	79	106	122	145
Festmeter	3,8	4,3	3,8	6,7	5,5	6,7	6,1	5,7	5,3	5,3	5,1.

Auch hier sieht man, wie die Durchschnittszuwachse steigen, fallen, wieder steigen u. s. w. Der Durchschnittszuwachs eines 35jährigen Bestandes beträgt z. B. 3,8 Festmeter, während er nur zwei Jahre später, im Jahre 37, schon fast doppelt so viel, nämlich 6,7 Festmeter betragen soll! Solchen Thatsachen gegenüber wird man gewiß nicht mehr behaupten wollen, die nach dem Weiserbestandsverfahren ausgewählten jüngeren Bestände gehörten ein und derselben Ertragsreihe an.

3. Das Weiserbestandsverfahren ist umständlich, schwierig, zeitraubend und bietet bei Beständen geringer Bonität, welche nur kurze Höhentriebe und sehr schmale Jahresringe haben, sowie bei Holzarten, deren Jahresringe sich überhaupt nicht leicht zählen lassen, nicht volle Garantie für vollkommen richtige Untersuchung der Modellstämme. Die mechanische Stammanalyse, d. h. die Untersuchung des Zuwachsganges eines Baumes im Weiserbestand von Jahr zu Jahr, durch Rückwärtsrechnen der Höhen und Stärken, ist nicht so einfach und erfordert viele Übung und Erfahrung.

4. Wählt man für eine Standortsgüte nur einen Weiserbestand aus, fällt und untersucht in demselben nur wenige Probestämme auf ihren Zuwachsgang, so schließt man aus dem Zuwachsgang nur weniger Stämme auf denjenigen von Millionen Stämmen, welche derselben Standortsgüte angehören. Dieser Schluß wäre an und für sich weniger bedenklich, wenn alle Bäume gleicher Standortsgüte gleich begründet und behandelt worden, auch gleichen Gefahren ausgesetzt gewesen wären. Eine solche Annahme ist aber unzulässig und deshalb werden auch die wenigen Probestämme uns selten richtige Repräsentanten sämtlicher Stämme sein.

5. Auf weitere Schwierigkeiten stößt man aber bei dem Weiserbestandsverfahren bei dessen Anwendung in der forstlichen Praxis. Die normalen Ertragstafeln sollen doch vorzugsweise dazu dienen, auch abnorme Bestände, welche sogar die Regel bilden, nach denselben möglichst genau einzuschätzen.

Welche Anhalte bieten sich nun dem Praktiker für die Einreihung irgend eines Bestandes in die zugehörige Ertragstafel? Das Weiserbestandsverfahren kann dem Taxator nun folgende zwei Anhalte bieten:

a. Nimm jeden jüngeren Bestand nach bekannten Regeln genau auf, „zeigen dann die stärksten Stammklassen eines jüngeren Bestandes dasselbe Höhen- und Stärkewachstum und einen gleichen Massengehalt, wie die Klassenstämme des Weiserbestandes in demselben Alter besessen haben, so ist daraus der Schluß zu ziehen, daß auch die Standortsgüte beider Bestände die gleiche sei". Der Praktiker wird dieser Lehre gegenüber sofort einwenden, daß, wenn zur Kenntnis der Holzmasse eines Bestandes dessen vorherige Aufnahme gehört, man überhaupt keine Ertragstafeln mehr bedarf, da letztere ja gerade die Bestandesaufnahme ersparen sollen.

b. Beifügung einer „genauen" Beschreibung der Faktoren des Standortes, in bezug auf Lage, Klima, Tiefgründigkeit, Humusgehalt, Feuchtigkeit, Boden, geognostische Formation u. s. w. für jede Ertragstafel, um so die Einschätzung in die richtige Bonität zu ermöglichen. Aber auch dieses Mittel hat sich nach Seite 231 als unzulänglich erwiesen

Für die Einschätzung einzelner Bestände in die richtige Ertragstafel müssen dem Forstmann einfachere Mittel geboten werden, wie wir solche in unserem Bonitierungsverfahren (§ 37 E. e.) glauben gefunden zu haben.

γ. Das Verfahren von Gustav Wagener.*)

G. Wagener hat sich bemüht, an dem Th. und R. Hartig'schen Verfahren einige „den praktischen Zwecken angepaßte Modifikationen" anzubringen, wodurch in der That das Weiserbestandesverfahren einige Verbesserungen erfuhr, ohne jedoch die Hauptschwächen der Methode zu beseitigen. Die Wagener'schen Anschauungen über „Weiserbestände" lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Es sind, wenn irgend thunlich, für jede Standortsklasse einige normale und haubare Weiserbestände in verschiedenen Lagen auszusuchen, diese als ein Ganzes zu betrachten, um so leichter die mittlere Normalität für jede Bonität feststellen zu können, als wenn man sich nur mit einem Weiserbestande begnügt. Durch diesen Vorschlag fällt der dem Th. und R. Hartig'schen Verfahren gemachte Vorwurf hinweg.

*) G. Wagener, Anleitung zur Regelung des Forstbetriebes u. s. w. Berlin, Verlag von J. Springer 1875. S. 181—204.

2. Es sind in dem ausgewählten mittleren Weiserbestande nur eine Anzahl Mittelstämme der stärksten Stammklasse durch mechanische Analyse zu untersuchen und mit den stärksten Stammgruppen der jüngeren Bestände zu vergleichen, um zu erfahren, ob dieselben dem gleichen Standorte angehören. Wagener entfernt sich dadurch von Th. Hartig und lehnt sich mehr an R. Hartig an, ist aber überdies grundsätzlich gegen jede gutächtliche Ausscheidung von Stammgruppen, „denn das subjektive Ermessen würde hier gar keine Anhaltspunkte finden".

3. An den gefällten Mittelstämmen der stärksten Stammklasse wird das Alter durch sorgfältiges Zählen der Jahrringe möglichst nahe am Wurzelknoten bestimmt und die Scheitelhöhe gemessen. Statt aber den Zuwachsgang der gefällten Weiserstämme für die früheren Altersjahre nach dem mühevollen und zeitraubenden Hartig'schen Sektionsverfahren (mechanische Stammanalyse) abzuleiten, bestimmt Wagener durch direkte Messung nur die Brusthöhenstärke bei 1,3 m über dem Boden und die Scheitelhöhe (Gipfelhöhe) sowohl für das jetzige, als für das frühere Alter. Aus den für die einzelnen Lebensjahre abgeleiteten Brusthöhenstärken und Scheitelhöhen werden dann mittelst der bayerischen Massentafeln die Bauminhalte ermittelt, welche Hartig mühsam nach dem Sektionsverfahren findet. Infolge dieser wesentlichen Abkürzung vermag Wagener dann eine größere Anzahl von Probestämmen zu untersuchen, wodurch weitere, an dem R. Hartig'schen Verfahren gerügte Schattenseiten, wenn auch nicht ganz, so doch teilweise wegfallen.

Hiernach besitzt das Wagener'sche Verfahren dem Hartig'schen gegenüber einige Vorzüge, es haften jedoch auch an ihm noch die bereits bei allen geschilderten Methoden erwähnten Schattenseiten, wohin insbesondere die der Voraussetzung gleicher Bestockung, gleicher Begründung und Behandlung sämtlicher Weiserbestände und der jüngeren in eine Ertragsreihe zu vereinigenden Bestände und eines leicht erkennbaren und anwendbaren Maßstabes für die Beurteilung der Standortsgüten gehört.

e. Verfahren des Verfassers.

Keine der vorstehend beschriebenen Methoden für die Aufstellung von Ertragstafeln wurde ganz tadellos gefunden. Die Hauptschattenseiten lassen sich wie folgt zusammenstellen:

1. Bei dem einen Verfahren gelangt man erst nach Ablauf einer langjährigen Umtriebszeit, bei einem anderen nach Perioden von 10—30 Jahren zu Ertragstafeln, während wir für die augenblicklichen Bedürfnisse

der Wirtschaft und Wissenschaft alsbald brauchbare Ertragstafeln notwendig haben.

2. Bei Ertragstafeln, mit deren Aufstellung man zwar jetzt schon beginnt, welche aber erst nach einer langen Reihe von Jahren zum Abschluß kommen, ist es zweifelhaft, ob sie den wechselnden Wirtschaftsregeln und Formen der Forstwirtschaft auch künftig noch entsprechen werden.

3. Einzelne Methoden enthalten nicht die notwendigen Beweise dafür, daß die in eine Ertragstafel vereinigten Bestände auch alle mittlerer Normalität sind, weil dieselben zu wenig Bestände der Untersuchung unterwerfen.

4. Die fertigen Ertragstafeln geben keine einfachen und handgreiflichen Anhalte zum Erkennen der Standortsgüte der zu schätzenden Bestände und lassen sich daher schwer in die Praxis übertragen.

5. Die zu einer Ertragstafel vereinigten Normalbestände können im gleichen Alter gleiche Holzmassen liefern, ohne daß sie ein und derselben Bonität angehören. Letzteres würde nur dann zutreffen, wenn sämtliche Bestände gleich bestockt, gleich begründet und behandelt worden, und auch während einer Umtriebszeit die übrigen Faktoren des Standortes unveränderlich geblieben wären — lauter Voraussetzungen, welche bis jetzt kaum in irgend einem Falle eingetreten sein dürften.

An der unter 5. gemachten, theoretisch wünschenswerten, aber praktisch bis jetzt selten zutreffenden Voraussetzung kranken alle bis jetzt bekannten Methoden, auch das jetzt folgende Verfahren. Wir werden deshalb auch nie ganz tadellose Ertragstafeln erhalten, unsere Aufgabe wird vielmehr immer darin bestehen müssen, das uns gerade gebotene und in den Waldungen niedergelegte Material mit dem besten Wissen und Gewissen für unsere Bedürfnisse zu verwerten und in einer Weise zu verarbeiten, daß die an den einzelnen Methoden gerügten Schattenseiten möglichst abgeschwächt werden. Solches wird aber nur möglich sein, wenn wir eine große Anzahl durch alle Alters- und Standortsklassen verteilte Bestände untersuchen, und dabei namentlich auch die erste und letzte Bonität möglichst berücksichtigen.*) Denn wenn man zugeben muß, daß die zu einer Ertragsreihe gehörenden Bestände wahrscheinlich nicht auf gleiche Art begründet und behandelt worden sind, so werden sie auch nicht, wie es doch sein sollte, im gleichen Alter gleiche Holzmassen liefern und man wird daher auch für dasselbe Alter die zugehörige Holzmasse nur dann befriedigend

*) Unseren Ertragstafeln für die Fichte liegen 99, denjenigen für die Rotbuche 184 Versuchsflächen zu Grunde.

genau erhalten, wenn man aus möglichst vielen gleichalterigen und demselben Standort angehörenden Beständen das Mittel zieht. Ebenso kann man aus einem einzigen ausgewählten und aufgenommenen Bestande irgend einer Bonität nie beurteilen, ob derselbe auch hinsichtlich seiner Schlußverhältnisse der mittleren Normalität entspricht, erst wenn man aus verschiedenen zusammengehörigen Beständen das Mittel zieht, wird man den richtigen Ausdruck für die mittlere Normalität erhalten. Unnatürliche Sprünge im Zuwachsgang der einer Standortsgüte überwiesenen Bestände, wie solche seither zum Vorschein kamen, werden künftig noch mehr vermieden werden, wenn man dieselben wiederholt aufnimmt und die zusammengehörigen Kurvenstücke zu Ertragstafeln vereinigt.

Dies die Gesichtspunkte, welche mich bei der Aufstellung meiner Ertragstafeln leiteten und mich auf folgendes Verfahren hinwiesen:

α. Auswahl und Aufnahme der Versuchsflächen.

In möglichst gleichmäßiger Verteilung durch alle Alter und Bonitäten werden in einem Lande oder Waldgebiet, für welches Ertragstafeln entworfen werden sollen, eine genügende Anzahl normal bestockte und in jeder Beziehung geeignet scheinende Probeflächen von mindestens 0,25 ha Flächengröße für die betreffende Holzart ausgewählt. Bei Annahme von 5 Bonitäten werden für einzelne Waldgebiete oder Länder immerhin für eine Holzart mindestens 150 Versuchsflächen, mit besonderer Berücksichtigung der ersten und letzten Bonität, notwendig werden, um zuverlässige Ertragstafeln zu erhalten. Für größere Länder (Bayern, Preußen), mit sehr wechselnden Standortsverhältnissen können die Untersuchungen auf eine noch größere Anzahl von Normalflächen ausgedehnt werden, schon um über die Frage der Lokalertragstafeln Klarheit zu bekommen.

Enthalten die ausgewählten Flächen Durchforstungsmaterial, so werden sie vorher mittelstark durchforstet, worauf die Aufnahme des bleibenden Hauptbestandes nach dem Arbeitsplane der forstlichen Versuchsanstalten so erfolgt, daß man genaue Kenntnis der Derb- und Baumholzmasse, der Stammzahl, Kreisflächensumme pro Hektar, der mittleren Formzahlen und Scheitelhöhen auf jeder Versuchsfläche des Bestandes erhält.

So lange ich noch in Württemberg wirkte, legte ich meinen bezüglichen Untersuchungen über die Fichte und Rotbuche nur die Draudt'sche Methode der Holzmassenermittlung zu Grunde. Diese Methode empfiehlt sich jedoch nur, wenn man eine größere Anzahl von Probestämmen (ich wählte bis zu 30 und mehr Stück aus) bei jeder Versuchsfläche fällen

kann. Müssen die Probestammfällungen beschränkt werden, dann empfiehlt sich die Urich'sche Methode, aber auch bei dieser sollten in jeder Stärkeklasse mindestens zwei Stämme ausgewählt werden.

Die Durchforstungserträge werden selbstverständlich auch ermittelt und verbucht, die Versuchsflächen dauernd bezeichnet, so daß sie zu jeder Zeit wiederholt aufgenommen werden können. Ebenso wird den Aufnahmeakten von jeder Versuchsfläche eine genaue Standorts- und Bestandsbeschreibung beigefügt. In jungen, noch intakten und nicht durchforsteten Beständen sucht man, wenn irgend thunlich, drei normale Versuchsflächen nebeneinander zu legen, von welchen eine (wiederum nach den Satzungen des Arbeitsplanes für deutsches forstliches Versuchswesen) schwach, die zweite mittelstark und die dritte stark durchforstet wird, um so im Laufe der Zeit einen klaren Einblick in den Zuwachsgang verschieden stark durchforsteter Bestände gleicher Standortsgüte zu erlangen. Sache besonderer Erwägung bleibt es in jedem einzelnen Falle, darüber schlüssig zu werden, ob man auch die ganz schwach (Entfernung des dürren Holzes) und stark durchforsteten (Entnahme der dürren, unterdrückten grünen und beherrschten grünen Stämme) Versuchsflächen mit in das zu verarbeitende Material für Ertragstafeln aufnehmen soll. Bei der Bearbeitung der Fichte haben wir es gethan, bei der Rotbuche aber meist unterlassen, weil in Wirklichkeit jetzt die Bestände noch meist mittelstark durchforstet werden, die Einfügung anderer Durchforstungsgrade daher nicht naturgemäß erscheint.

Wählt man bei der Aufstellung von Landesertragstafeln die Versuchsflächen möglichst in allen Landesteilen aus, in welchen die betreffende Holzart eine hervorragende Rolle spielt, so gewinnt man dadurch zugleich einen interessanten Überblick über die Ertragsverhältnisse normaler Bestände in den verschiedenen Waldgebieten des Landes und über die Verteilung der in denselben und auf den einzelnen geognostischen Formationen vorkommenden Bonitäten.

Die Einreihung der ausgewählten Versuchsflächen in die angenommenen Ertragsklassen (in der Regel fünf) erfolgt zunächst in provisorischer Weise nach dem Augenmaße, wobei man die mittlere Bestandeshöhe am sichersten als Anhaltspunkt benutzt. Diese provisorische Einreihung hat überhaupt nur den Zweck einer sofortigen Beurteilung der Frage, wie viel Versuchsflächen für jede Bonität bereits ausgewählt sind. Die Auswahl der nötigen Ertragsflächen bereitet auf geringstem Standorte die größten Schwierigkeiten.

Übrigens erlangt man bei der provisorischen Bonitierung nach dem Augenmaße, unter Zuhilfenahme der Höhen, bald eine solche Sicherheit,

daß bei der späteren definitiven Einreihung sich meist nur Verschiebungen von halben Standortsklassen in auf- oder absteigender Richtung ergeben.

Der von Borggreve gemachte Vorschlag, man solle nur Bestände der besten und schlechtesten Standortsgüten aufnehmen und dann die mittleren Bonitäten mittelst Interpolation bestimmen, ist aus zwei Gründen ungenügend und verwerflich. Einmal ginge dadurch jede Kenntnis verloren, wie und in welche geognostischen Formationen sich die mittleren Bonitäten in den einzelnen Waldgebieten verteilen, sodann bliebe man gänzlich unklar darüber, wie sich die mittleren Bestandeshöhen der mittleren Bonitäten zu den Massen derselben verhalten, d. h. in wie weit man überhaupt die Höhen als Weiser bei der Bonitierung benutzen kann. Dagegen ist es wünschenswert, wenn auch nicht immer möglich, die beste und geringste Bonität besonders zu berücksichtigen.

β. Konstruktion der Holzmassen- oder Zuwachskurven.

Sind die Aufnahmen sämtlicher Versuchsflächen im Walde beendigt auch die zugehörigen Berechnungen (Ermittlung der Holzmassen, Formzahlen, mittleren Bestandeshöhen, Kreisflächensummen und Stammzahlen pro Hektar u. s. w.) ausgeführt, so schreitet man zunächst zur Konstruktion der Holzmassenkurven für die ausgeschiedenen Standortsklassen, wobei eine Trennung in Derbholz, sowie in Derb- und Reisholz (Baumholzmasse exkl. Stockholz) stattzufinden hat.

Zu diesem Behufe wird auf ein Blatt Papier eine horizontal gezogene Linie (Abszisse) in so viel gleiche Teile geteilt, als die aufgenommenen ältesten Bestände Jahre zählen (etwa 120). Auf die einzelnen Teilungspunkte dieser Linie, welche die Bestandesalter darstellen, werden Senkrechte (Ordinaten) errichtet, auf diese die in den einzelnen Versuchsflächen gefundenen mittleren Bestandesmassen pro Hektar (Derbholz für die Derbholztafel, Derb- und Reisholz für die Tafel der gesamten oberirdischen Holzmasse), in einem passenden Maßstabe aufgetragen und die Endpunkte der Ordinaten mit kleinen Punkten versehen. Man erhält so auf dem Papier, welches zum Behufe raschen Auftragens der Ergebnisse auch mit einem Netz kleiner Quadrate versehen werden kann (solches Netzpapier ist in jeder Papierhandlung zu haben), so viel Punkte, als Versuchsflächen aufgenommen wurden, denn selten decken sich zwei Punkte vollkommen. Die einzelnen Versuchsflächen erhalten in der vorher zu fertigenden Übersicht des untersuchten Materials fortlaufende Nummern und diese werden auch den einzelnen aufgetragenen Punkten der graphischen Darstellung zunächst

beigeschrieben, weil sich so später am leichtesten der Zusammenhang zwischen Masse und Höhe erkennen läßt.

Die aufgetragenen Ordinatenpunkte (Massen) stehen natürlich im jugendlichen Alter näher bei einander und erweitern sich mit wachsendem Bestandesalter von links nach rechts aufsteigend strahlenförmig immer mehr, weil die Bonitäten sich in den Massen, und wie sich ergeben wird, auch in den Höhen, von Jahr zu Jahr mehr aussprechen, d. h. es sind z. B. in jüngeren Beständen die Massen- resp. Massendifferenzen zwischen den besten und schlechtesten Standorten wesentlich geringer, als in älteren Beständen von 80, 100 und mehr Jahren.

Um nun bei Ausscheidung von fünf Bonitäten die fünf Ertragskurven zu erhalten, zieht man zunächst, vom Jahre Null ausgehend, durch die höchsten und ebenso durch die niedrigsten aufgetragenen Punkte, oder möglichst nahe an denselben vorüber, aus freier Hand je eine Linie, wobei kleinere Unregelmäßigkeiten, wie sie bei durchschnittlich zu großen oder kleinen Massen vorkommen können, unberücksichtigt bleiben. Aus diesem Grunde wird daher auch die obere und die untere Linie nicht alle am Rande liegenden Punkte durchschneiden können, sondern sie wird bald etwas über, bald etwas unter denselben sich hindurch winden müssen. Die obere Linie soll eben die obere, die untere Linie die untere, mittlere Grenze der in verschiedenen Lebensaltern der normalen Bestände vorkommenden Massen ausdrücken. Die Genauigkeit dieser Mittelwerte wird natürlich um so größer werden, je mehr Versuchsflächen bester und schlechtester Standortsgüte aufgenommen wurden und je gleichmäßiger sie sich über die einzelnen Altersklassen verteilen. Sollten die Massen einiger aufgenommenen Versuchsflächen auffallend über die obere Grenzlinie hervorstehen, so folgt daraus, daß zwar in dem betreffenden Lande wohl noch einzelne Fälle mit Maximalwerten vorkommen können, es sich aber nicht lohnt, für diese Ausnahmen besondere Ertragstafeln zu konstruieren. Solche Ergebnisse bleiben daher unberücksichtigt. Ebenso wird vorkommenden Falles an der unteren Grenze verfahren.

Man weiß nun, in welchen Grenzen sich die Erträge der Bestände von der Begründung bis zur Haubarkeit bewegen. Da es wünschenswert ist, daß die einzelnen Bonitäten gleich weit von einander abstehen, so teilt man jetzt auf der graphischen Darstellung die Fläche zwischen der unteren und oberen Grenzlinie der Länge nach in fünf gleiche Streifen. Die Teilungslinien laufen natürlich alle im Nullpunkt zusammen und

die Streifen werden um so breiter, je mehr sie sich von dem Nullpunkt entfernen. Alle Punkte, resp. Bestände, welche nun in den obersten Streifen fallen, werden als zur I., solche im zweiten Streifen als zur II. ꝛc., diejenigen des untersten Streifens als zur V. Bonität gehörig betrachtet.

Wäre es möglich gewesen, bei jeder Bonität gleich viel Versuchsflächen durch alle Altersstufen hindurch aufzufinden, so würden jetzt alle fünf Streifen gleichmäßig mit Punkten überdeckt sein. In Wirklichkeit wird sich aber die Sache meist etwas anders gestalten, weil in der Regel die Bestände mittlerer Bonitäten reichlicher vertreten sind, und weil auch die vorher nur nach dem Augenmaß in ihre Bonitäten eingeschätzten Versuchsflächen, nachdem man deren Massen aufgetragen hat, sich teilweise noch etwas anders lagern werden. Ein in die II. Bonität geschätzter Bestand kann z. B. nach dem Auftrag in den Streifen der III. fallen, wird sich hier aber meist an der oberen Grenze bewegen und umgekehrt. Es ist eben zu berücksichtigen, daß man die den *verschiedensten* Standorten angehörigen Versuchsflächen nur in fünf Klassen gebracht hat, und daß auch als *normal* erkannte Bestände, gleiche Alter und Bonitäten vorausgesetzt, selten ganz gleiche Massen besitzen.

Zeigen sich daher in den einzelnen Streifen auch noch einzelne lichte Stellen, so kann man sich an dieselben noch einzelne Punkte denken, weil man bei weiterem Suchen im Walde jedenfalls noch einzelne zur Ausfüllung der Lücken geeignete Versuchsflächen finden würde.

Man wird nun die *mittleren* Ertragskurven für die einzelnen Bonitäten finden, wenn man schließlich *mitten* durch die einzelnen Streifen der Länge nach die Linien definitiv auszieht. Es werden diese Linien den Zuwachsgang der Bestände verschiedener Bonitäten im großen Ganzen am richtigsten darstellen, weil sie auf dem Boden der Thatsachen stehen und frei von zeitraubenden Künsteleien sind. Je übereinstimmender im Laufe der Zeit die Wirtschaftsgrundsätze werden, um so genauere Resultate wird man künftig erhalten, und deshalb müssen die Versuchsflächen von Zeit zu Zeit wiederholt aufgenommen und die Ertragstafeln nach Befund berichtigt werden. Auch der höchste Aufwand von mathematischem Scharfsinn wird bei dem jetzt noch vorliegenden Bestandesmaterial die forstliche Praxis kaum weiter führen.

Sind auf diese Weise die Zuwachskurven konstruiert, so hat man nur noch die den einzelnen Jahren entsprechenden Ordinaten abzugreifen, um die Holzmassen pro Hektar für die einzelnen Bonitäten von Jahr zu Jahr zu erhalten. Die so gefundenen Größen sind natürlich als Mittel-

werte aufzufassen und können dieselben, bei Anwendung auf einen konkreten Fall, natürlich bis zu einer halben Klasse erhöht oder erniedrigt werden, wenn der vorliegende Bestand nicht einer mittleren, sondern einer sehr guten oder sehr schlechten, I., II., III. ꝛc. Bonität angehört.

γ. Konstruktion der Höhenkurven.

Vollständige Ertragstafeln dürfen sich nicht auf den Massen-Zuwachsgang normaler Bestände für die verschiedenen Alter und Bonitäten pro Hektar beschränken, sie müssen vielmehr auch die Mittel enthalten, um jeden beliebigen Bestand rasch, sicher und einfach in die richtige Bonität einreihen zu können. Bekanntlich mangelte es seither an einem derartigen zuverlässigen Weiser, auch die Beifügung einer detaillierten Standortsbeschreibung würde, wie wir bereits gesehen haben, meist ihren Zweck verfehlen. Einen zuverlässigen Führer für die Bonitierung glauben wir nun in der Beifügung der jeder einzelnen Bonität in jedem beliebigen Alter entsprechenden *mittleren Bestandeshöhe* gefunden zu haben.

Um diese Höhen angeben zu können, müssen vorher Höhenkurven konstruiert werden. Zu diesem Behufe werden in allen Ertragsversuchsflächen die mittleren Bestandeshöhen ermittelt. Die Frage, wie die mittlere Bestandeshöhe zu bestimmen sei, wurde in der neuesten Zeit lebhaft besprochen und wird sich auch in einer den Bedürfnissen der Praxis entsprechenden Weise beantworten lassen.

Man kann nämlich die *mittlere* Bestandeshöhe als das arithmetische Mittel aller Stämme des Bestandes auffassen, dieselbe aber auch als diejenige Höhe betrachten, welche mit der Kreisflächensumme und der Formzahl des Bestandes multipliziert die Masse desselben liefert. Je nachdem man von dem einen oder andern Begriffe ausgeht, fällt auch die mittlere Höhe etwas anders aus. Faßt man die mittlere Bestandeshöhe als das arithmetische Mittel aller Stämme des Bestandes auf, so findet man dieselbe am besten, wenn man nach dem *Draudt*- oder *Urich*'schen Verfahren die Probestämme der Ertragsfläche auswählt, dieselben fällt, ihre liegend gemessenen Scheitelhöhen addiert und durch die Anzahl der Probestämme dividiert.

Geht man aber von der zweiten Definition aus, dann berechnet man die mittlere Höhe richtiger nach der Formel: $\frac{g.h + g_1.h_1 + g_2.h_2 + \ldots}{g + g_1 + g_2 + \ldots}$, in welcher g, g_1, $g_2 \ldots$ die Kreisflächensummen der einzelnen Stärkeklassen, h, h_1, $h_2 \ldots$ aber die zugehörigen Höhen derselben bedeuten.

Nach diesem Verfahren fällt die mittlere Bestandeshöhe immer etwas höher aus.

Da es sich aber hier bei der Konstruktion der Höhenkurven nur um die Frage der Einreihung der einzelnen Ertragsflächen in die zugehörigen Bonitäten handelt, so kann *für diesen Zweck* die Höhe nach der einen oder andern Methode bestimmt werden, nötig ist nur, daß die Bestimmung derselben nicht in einem Falle nach dem einen, in einem andern Falle wieder nach dem andern Verfahren erfolgt. Bei den nachfolgenden Konstruktionen der Höhenkurven wurden die Höhen noch durchweg aus dem arithmetischen Mittel der Höhen aller nach *Draudt-Urich* gefällten Probestämme bestimmt, weil der Verein forstlicher Versuchsanstalten erst 1888 auf unsern Antrag die Anwendung obiger Formel beschloß.

Nachdem so die Mittelhöhen von allen in Frage kommenden Ertragsflächen gefunden waren, ergaben sich die Höhenkurven der einzelnen Bonitäten wie folgt:

Auf einem Blatt Papier wurde eine horizontale Linie (Abszisse) in so viele gleiche Teile geteilt, als die aufgenommenen ältesten Bestände Jahre zählen.*) In den einzelnen Teilungspunkten dieser Linie werden Senkrechte (Ordinaten) errichtet, auf dieselben die in den einzelnen Versuchsflächen gefundenen mittleren Bestandeshöhen aufgetragen und die Endpunkte dieser Ordinaten wieder mit kleinen Punkten versehen. Da in sämtlichen Versuchsflächen von den Probestämmen auch die Längentriebe der letzten 5 Jahre gemessen werden, so erhält man auf diese Art auch die mittleren Bestandeshöhen *vor* fünf Jahren, sowie durch Aufrechnen der letzten fünf Längentriebe zur gegenwärtigen Höhe auch die mutmaßliche Höhe nach 5 Jahren. Auf die Weise schließen die einzelnen aufgetragenen Ordinaten viel enger an einander, was namentlich da erwünscht ist, wo sich größere Lücken ergeben sollten.

Man wird nun folgende, für die Bonitierung ungemein wichtige und interessante Wahrnehmung machen: Hat man z. B. schon bei der Konstruktion der Massenkurve die in den I. (obersten) Streifen fallenden Versuchsflächen mit fortlaufenden schwarzen Ziffern, die in den zweiten fallenden mit roten und so fort mit grünen, blauen und gelben Ziffern versehen und man trägt nun bei der Konstruktion der Höhenkurven dieselben Ziffern wieder mit denselben Farben auf, so wird man finden, daß auch jetzt wieder oben hin ein Streifen mit schwarzen Ziffern sich

*) Auch hier nimmt man am besten wieder mit kleineren oder größeren Quadratnetzen nach Bedürfnis überzogenes Papier.

lagert, auf welchen eine rote, dann eine grüne, blaue und endlich eine gelbe Zone genau in derselben Reihenfolge erscheint, wie solches bei der Darstellung der Massenkurve bemerklich ist. Mit anderen Worten, dieselben (schwarzen) Nummern, welche sich bei Auftragung der Massen obenhin lagerten, liegen auch bei Auftragung der Höhen oben, und es läßt sich diese Erscheinung durch alle Standortsklassen deutlich verfolgen. Es entspricht also, unter Voraussetzung gleicher normaler Bestockung, der größeren Masse in einem gewissen Bestandesalter immer die größere mittlere Bestandeshöhe, der mittleren Masse die mittlere Höhe und der geringsten Masse auch die geringste Höhe, d. h. die mittlere Bestandeshöhe ist nicht nur ein sehr zuverlässiger, sondern auch der einfachste Weiser für die Beurteilung der Standortsgüte.

Wenn es auch noch hin und wieder, jedoch nur in vereinzelten Fällen vorkommt, daß z. B. bei irgend einer Versuchsfläche die gefundene mittlere Höhe nicht ganz der vorhandenen Masse des Bestandes zu entsprechen scheint, so liegt das nach unserer Ansicht nicht darin, daß das aufgefundene Gesetz Ausnahmen zuläßt, sondern weil das untersuchte Material nicht immer ein ganz normales ist. So bleibt z. B. in zu gedrängt erwachsenen Beständen die Höhe meist etwas zurück, umgekehrt kann sie auch etwas voreilen, wenn die Kreisflächensummen in nicht ganz geschlossenen Ertragsflächen etwas zu klein sind und infolgedessen sich zu kleine Massen berechnen. Selbstverständlich brauchen Massen und Höhen in verschiedenen Lebensaltern durchaus nicht ganz proportional zu verlaufen, obgleich solches bei der Fichte nahezu, weniger aber bei der Rotbuche der Fall ist.

Wenn wir nun aus unserem reichen, direkt dem Walde entnommenen Untersuchungsmateriale mehr auf empirischem Wege zu dem Resultate gelangten, daß die mittlere Bestandeshöhe der einfachste und richtigste Maßstab für die Bonitierung ist, so sollte man meinen, es müsse sich dieser Satz auch mathematisch beweisen lassen, und dieses ist in der That der Fall.

Wir wissen, daß zwei Normalbestände derselben Holzart ein und derselben Bonität angehören, wenn sie unter Voraussetzung gleicher Begründung und Behandlung in gleichen Altern gleiche Holzmassen besitzen.

Ist nun die Masse der beiden Bestände m und m_1, die Höhe h und h_1, die Formzahl f und f_1 und die Kreisflächensumme g und g_1, so bestehen die Gleichungen

$$m = g \cdot h \cdot f \text{ und } m_1 = g_1 \cdot h_1 \cdot f_1.$$

Sollen nun in beiden gleichalten Beständen die Massen m und m_1 einander gleich sein, dann ist

$$g \cdot h \cdot f = g_1 \cdot h_1 \cdot f_1.$$

Nehmen wir nun in beiden Beständen die Höhen $h = h_1$ an, dann bleibt $g \cdot f = g_1 \cdot f_1$. Sind aber Normalbestände gleich alt und gleich hoch, dann haben sie bekanntlich auch gleiche durchschnittliche Formzahlen, d. h. es ist $f = f_1$, und folglich auch $g = g_1$. Sind daher zwei Bestände gleich alt und gleich hoch, dann haben sie auch gleiche Formzahlen, als gleich dicht bestockte Normalbestände aber auch gleiche Kreisflächen und folglich auch gleiche Holzmassen. Es ist daher die mittlere Bestandeshöhe der sicherste Weiser für die Bonitierung. Dieser Satz ist um so wichtiger, als er auch für nicht geschlossene Bestände seine Richtigkeit behält, wo die zufällig vorhandene Holzmasse allein nicht mehr für die Bonität entscheiden kann. So wird z. B. in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen, sowie in von Sturm oder Insekten gelichteten Beständen ꝛc. die mittlere Bestandeshöhe, auch wenn nur noch einige Bäume oder geschlossene Baumgruppen vorhanden wären, stets den sichersten Maßstab für die Beurteilung der Bonität abgeben, während uns hier die Holzmasse ganz im Stiche läßt.

Es muß auffallen, daß Weise bei Bearbeitung des von den deutschen Versuchsanstalten gewonnenen Materials zu Kiefern-Ertragstafeln nicht zu demselben einfachen Resultat gelangt ist, obgleich ich schon 1876 in meiner Schrift über die Fichte und 1878 in meiner Monatschrift für Forst- und Jagdwesen eingehend die Bedeutung der Höhe für die Bonitierung besprochen hatte. Weise ergeht sich in ausführlicher Weise über die Frage, ob wohl die Höhe, der Durchmesser, die Formzahl, die Kreisfläche oder mehrere dieser Faktoren zusammen als Weiser für die Bonitierung betrachtet werden könnten, und kommt zu keinem klar ausgesprochenen Resultat. Erst verwirft er die Höhe als Weiser und später empfiehlt er dieselbe wieder als unter den andern immer noch bestes Auskunftsmittel. Die mangelhaften, unklaren Resultate, zu welchen er gelangte, erklären sich aber vorzugsweise aus den zwei Umständen, daß er einmal Bestände mit zu geringen Kreisflächensummen als normal annahm und zweitens übersah, daß, wenn in zwei gleich alten Normalbeständen die Höhen gleich sind, auch die durchschnittlichen Formzahlen, Kreisflächensummen und Holzmassen hinreichend genau gleich sein müssen.

Wenn deshalb die Bonitierung nach der Höhe als zulässig anerkannt werden muß,*) so fragt es sich schließlich noch, wie man aus den bereits

*) Es gereicht dem Verfasser zur Genugthuung, daß die Bonitierung der Bestände nach der mittleren Bestandeshöhe von Jahr zu Jahr mehr an Popularität gewinnt, und jetzt selbst von früheren Gegnern als vollberechtigt anerkannt wird.

aufgetragenen mittleren Bestandeshöhen der einzelnen Versuchsflächen, die den einzelnen Bonitäten entsprechenden Höhenkurven selbst ableiten kann. Es geschieht das wie folgt:

Die mittleren Höhen derjenigen Bestände, welche bei der Konstruktion der Massenkurven in den obersten, ersten Streifen fielen, werden zunächst in der bereits geschilderten Weise aufgetragen, denn sie gehören, wie sich ergeben hat, der I. Bonität an. Es handelt sich jetzt nun noch darum, die Endpunkte der so erhaltenen Ordinaten durch einen mittleren Linienzug so mit einander in Verbindung zu bringen, daß sich erstere an letztere möglichst genau anschließen. Gehörten z. B. alle in den obersten Streifen fallende Bestände genau derselben Standortsgüte an, was aber kaum einmal der Fall sein wird, und wären ferner alle Bestände von Jugend auf gleich begründet und behandelt worden, welche Voraussetzung ebenfalls nicht ganz zutrifft, so würde man durch Verbindung der einzelnen Punkte die Höhenkurve direkt und ganz genau erhalten. So aber muß dieselbe aus Durchschnittsberechnungen erst weiter abgeleitet und dann unter Umständen auch noch etwas abgeglichen werden.

Zu diesem Behufe werden, je nach der Verteilung des Materials durch die Altersklassen hin, Gruppen von Punkten resp. Ordinaten zusammengefaßt, die durchschnittliche Höhe jeder Gruppe berechnet und die Stelle, wo die letztere hinfällt, auf dem Papier mit einem liegenden Kreuz bezeichnet. Mit einem Linienzug aus freier Hand wird nun zwischen den liegenden Kreuzchen durchgefahren und man erhält so die Höhenkurve der I. Bonität. Ganz in derselben Weise erhält man auch die Höhenkurven für die übrigen Bonitäten. Die durchschnittliche Höhe einer Gruppe von bei einander liegenden Ordinaten ergiebt sich aber mit hinreichender Genauigkeit, wenn man die Längen der Ordinaten alle auf das mittlere Alter der Gruppe berechnet, die Ordinaten alsdann addiert und durch die Anzahl derselben dividiert. Angenommen in eine solche Gruppe fielen Bestände von 60—72 Jahren, so wäre das mittlere Alter derselben 66 Jahre und auf dieses wären nun alle Höhen zu berechnen. Einem 60jährigen Bestand wäre daher ein 6jähriger Längezuwachs auf-, einem 71jährigen ein 5jähriger Längezuwachs abzurechnen, was ja leicht möglich ist, weil überall die Länge der letzten fünf Jahrestriebe mit aufgenommen wurde.

Sind so die Höhenkurven für die einzelnen Bonitäten endgiltig festgelegt, dann braucht man die Länge der Ordinaten innerhalb jeder Bonität nur von Jahr zu Jahr abzugreifen, um in diesen die mittleren

Beſtandeshöhen von Jahr zu Jahr zu erhalten, welche in die Ertragstafeln eingetragen werden. Die viel empfohlene und doch wenigſagende ſpezielle Standortsbeſchreibung für jede Bonität wird überflüſſig und durch die mittelſt eines einfachen Höhenmeſſers zu ermittelnde mittlere Beſtandeshöhe erſetzt. Kann ja doch mit voller Beſtimmtheit ausgeſprochen werden, daß z. B. ein Buchennormalbeſtand oder auch nur normaler Buchenhorſt der II. Bonität angehört, wenn er für ein gegebenes Alter die in der Ertragstafel für dasſelbe Alter eingetragene Höhe beſitzt, während er bei größerer Höhe der I. Bonität, bei kleinerer Höhe dagegen einer geringeren Bonität anheimfallen muß u. ſ. w.

Schließlich ſei noch bemerkt, daß die Bonitierung nach der Höhe ſich vorzugsweiſe bei Stangenhölzern, angehend haubaren und haubaren Beſtänden empfiehlt, weil in dieſen die Bonität ſich in der Höhe ſchon genügend ausſprechen konnte. Junge Beſtände, welche noch mit Oberholz verſehen ſind, werden natürlich nach der Höhe des Oberholzes bonitiert, während junge Kulturen ohne Oberſtand nach Stangenhölzern oder älteren Beſtänden, welche in nächſter Nähe vorkommen und gleiche Standortsverhältniſſe zu haben ſcheinen, auf ihre Standortsgüte angeſprochen werden.

δ. Konſtruktion der Kreisflächenkurven.

Es wurde bereits darauf hingewieſen, daß auch die Aufnahme der Kreisflächenſummen der normalen Ertragsflächen pro Hektar, bezogen auf 1,3 m vom Boden, in die Ertragstafeln nicht ohne Wert ſei, namentlich wenn es ſich darum handle, die Holzmaſſen abnormer Beſtände ohne Fällung und Auswahl von Muſterſtämmen raſch zu beſtimmen.

Da in allen Verſuchsflächen die Kreisflächenſummen pro Hektar in Quadratmetern ermittelt wurden, ſo könnte die Konſtruktion der Kreisflächenkurven mittelſt Auftragen der wirklich gefundenen Kreisflächen in ähnlicher Weiſe wie bei den Höhen- und Maſſenkurven geſchehen. In unſerer Schrift über die Fichte verfuhren wir auch in dieſer Weiſe. Da aber die Kreisflächen gleich alter und ein und derſelben Bonität angehöriger Beſtände aus den bereits entwickelten Gründen in einzelnen Fällen nicht unbeträchtlich (nach den neueſten Vereinbarungen des Vereins der deutſchen forſtl. Verſuchsanſtalten bis zu 15 %) differieren können, auch die Höhen und Maſſen bei dem Entwurf von Ertragstafeln kleinere Korrektionen erfahren, ſo entſprechen die auf graphiſchem Wege gefundenen Kreisflächen nicht immer und überall genau denjenigen, wie ſie ſich bei gegebener Holzmaſſe, Höhe und Formzahl direkt berechnen laſſen. Aus dieſem Grunde leiteten wir in den nachfolgenden Ertragstafeln für die

Rotbuche die den einzelnen Bonitäten und Altern entsprechenden Kreisflächen aus Masse; Höhe und Formzahlen ab und konstruierten erst auf Grund dieser Ergebnisse die Kreisflächenkurven.

Sind nämlich die Holzmassen m aus den Massenkurven von Jahr zu Jahr berechnet, kennt man aus den Höhenkurven auch die zugehörigen Mittelhöhen h und aus den Formzahlunterſuchungen die einschlagenden Baumformzahlen f, so ist, wenn die unbekannte Kreisfläche für das betreffende Jahr g gesetzt wird:

$$m = g \,.\, h \,.\, f, \text{ daraus}$$

$$g = \frac{m}{h \,.\, f}.$$

Man kann nun nach vorstehender Formel die Kreisflächen pro Hektar von Jahr zu Jahr und für jede Bonität berechnen. Nur werden die Kreisflächen in diesem Falle etwas genauer gefunden, wenn die mittleren Höhen nach $\frac{g \,.\, h + g_1 \,.\, h_1 + g_2 \,.\, h_2 + \,..}{g + g_1 + g_2 + \,..}$ abgeleitet werden.

Trägt man nun wieder auf eine horizontale Linie die fortlaufenden Jahre auf, errichtet ferner in diesen Punkten Senkrechte und überträgt auf dieselben, nach Bonitäten getrennt, die zugehörigen Kreisflächen, so braucht man schließlich nur noch zwischen den Endpunkten der Ordinaten hindurch aus freier Hand eine Linie zu ziehen, um die Kreisflächenkurven zu erhalten.

5. Konstruktion der Stammzahlkurven.

Unsere nachstehenden Ertragstafeln für Fichte und Rotbuche enthalten auch die Stammzahlen, welche sich durchschnittlich pro Hektar in Normalbeständen von Jahr zu Jahr in den einzelnen Bonitäten vorfinden. Aus den bereits entwickelten Gründen weichen diese Zahlen noch am meisten von einander ab, immerhin sind sie nicht ohne Interesse, schon weil sie Auskunft darüber geben, wie sich die Stammzahlen mit wechselnden Bonitäten und mit wachsendem Alter ändern.

Wird nämlich ein junger Bestand künstlich oder natürlich begründet, so ist bekanntlich die Stammzahl pro Flächeneinheit in der ersten Jugendzeit am größten, nach und nach breiten sich die jungen Stämmchen immer mehr aus, die Äste rücken näher in einander, es entsteht ein Kampf um Licht und Nahrungsraum, der damit endigt, daß die schwächeren Exemplare absterben oder unterdrückt werden. Die Stammzahl pro Hektar wird hierdurch von Jahr zu Jahr kleiner und vermindert sich um so rascher, je frühzeitiger und häufiger man diesen Kampf durch Einlegung

von Durchforstungshieben zu beendigen sucht. Während in einem angesäeten Bestande am Anfang der Umtriebszeit pro Hektar Hunderttausende von Pflanzen stehen können, sind am Ende derselben kaum noch 500—600 Stämme vorhanden.

Es ist deshalb gar nicht uninteressant und auch von wirtschaftlicher Bedeutung, das Gesetz der Stammzahlabnahme durch alle Jahre der Umtriebszeit hindurch bildlich darzustellen und nachzuweisen. Hierbei darf nun allerdings nicht übersehen werden, daß im jugendlichen Alter und so lange die Bestände nicht ordnungsgemäß durchforstet wurden, die Stammzahl pro Hektar in Pflanzbeständen eine weit geringere, als in künstlichen oder natürlichen Saatbeständen ist. Auch muß angenommen werden, daß seither in den verschiedenen Revieren nicht nach ganz gleichen Grundsätzen durchforstet wurde. Trotzdem geht aus unserem reichen Untersuchungsmaterial hervor, daß die Stammzahlen gleich alter und derselben Bonität angehörigen normaler Bestände von der Zeit an, wo dieselben schon mehrere Male regelmäßig durchforstet wurden, nicht mehr so beträchtlich von einander abweichen, als daß man nicht das Gesetz der Abnahme der Stammzahlen durch die verschiedenen Jahre der Umtriebszeit mit befriedigender Sicherheit ziffermäßig nachweisen könnte. Es wird dieses um so mehr möglich sein, wenn man z. B. bei der Buche, welche seither meist natürlich verjüngt wurde, die Ergebnisse der Pflanz- und Saatbestände unberücksichtigt läßt.

Was nun die Konstruktion der Stammzahlkurven selbst betrifft, so ergab sich bei der Holzmassenermittlung die Stammzahl auf den einzelnen Versuchsflächen pro Hektar ganz von selbst. Bei dem Entwurf der Kurven wurde jedoch nur die Stammzahl pro 0,25 ha zu Grunde gelegt, weil man sonst einen zu kleinen Maßstab hätte wählen, oder die Stammzahltafel viermal größer als die übrigen Tafeln hätte anfertigen müssen, was nicht zweckmäßig gewesen wäre.

Auf eine horizontale Linie wurden wieder die Alter der Bestände, auf diese die zugehörigen wirklich gefundenen Stammzahlen pro 0,25 ha getrennt nach Bonitäten aufgetragen, schließlich in der schon mehrfach geschilderten Weise gruppenweise Mittelwerte berechnet und durch dieselben die Kurvenlinien gezogen. Durch Abgreifen der so erhaltenen, von Jahr zu Jahr fallenden Ordinaten und durch Multiplikation derselben mit vier erhält man endlich die erwünschten Stammzahlen normaler Bestände pro Hektar.

Rotbuche die den einzelnen Bonitäten und Altern entsprechenden Kreisflächen aus Masse; Höhe und Formzahlen ab und konstruierten erst auf Grund dieser Ergebnisse die Kreisflächenkurven.

Sind nämlich die Holzmassen m aus den Massenkurven von Jahr zu Jahr berechnet, kennt man aus den Höhenkurven auch die zugehörigen Mittelhöhen h und aus den Formzahlunterſuchungen die einschlagenden Baumformzahlen f, so ist, wenn die unbekannte Kreisfläche für das betreffende Jahr g gesetzt wird:

$$m = g \,.\, h \,.\, f, \text{ daraus}$$

$$g = \frac{m}{h \,.\, f}.$$

Man kann nun nach vorstehender Formel die Kreisflächen pro Hektar von Jahr zu Jahr und für jede Bonität berechnen. Nur werden die Kreisflächen in diesem Falle etwas genauer gefunden, wenn die mittleren Höhen nach $\frac{g \,.\, h + g_1 \,.\, h_1 + g_2 \,.\, h_2 + \ldots}{g + g_1 + g_2 + \ldots}$ abgeleitet werden.

Trägt man nun wieder auf eine horizontale Linie die fortlaufenden Jahre auf, errichtet ferner in diesen Punkten Senkrechte und überträgt auf dieselben, nach Bonitäten getrennt, die zugehörigen Kreisflächen, so braucht man schließlich nur noch zwischen den Endpunkten der Ordinaten hindurch aus freier Hand eine Linie zu ziehen, um die Kreisflächenkurven zu erhalten.

ε. Konstruktion der Stammzahlkurven.

Unsere nachstehenden Ertragstafeln für Fichte und Rotbuche enthalten auch die Stammzahlen, welche sich durchschnittlich pro Hektar in Normalbeständen von Jahr zu Jahr in den einzelnen Bonitäten vorfinden. Aus den bereits entwickelten Gründen weichen diese Zahlen noch am meisten von einander ab, immerhin sind sie nicht ohne Interesse, schon weil sie Auskunft darüber geben, wie sich die Stammzahlen mit wechselnden Bonitäten und mit wachsendem Alter ändern.

Wird nämlich ein junger Bestand künstlich oder natürlich begründet, so ist bekanntlich die Stammzahl pro Flächeneinheit in der ersten Jugendzeit am größten, nach und nach breiten sich die jungen Stämmchen immer mehr aus, die Äste rücken näher in einander, es entsteht ein Kampf um Licht und Nahrungsraum, der damit endigt, daß die schwächeren Exemplare absterben oder unterdrückt werden. Die Stammzahl pro Hektar wird hierdurch von Jahr zu Jahr kleiner und vermindert sich um so rascher, je frühzeitiger und häufiger man diesen Kampf durch Einlegung

von Durchforstungshieben zu beendigen sucht. Während in einem angesäeten Bestande am Anfang der Umtriebszeit pro Hektar Hunderttausende von Pflanzen stehen können, sind am Ende derselben kaum noch 500—600 Stämme vorhanden.

Es ist deshalb gar nicht uninteressant und auch von wirtschaftlicher Bedeutung, das Gesetz der Stammzahlabnahme durch alle Jahre der Umtriebszeit hindurch bildlich darzustellen und nachzuweisen. Hierbei darf nun allerdings nicht übersehen werden, daß im jugendlichen Alter und so lange die Bestände nicht ordnungsgemäß durchforstet wurden, die Stammzahl pro Hektar in Pflanzbeständen eine weit geringere, als in künstlichen oder natürlichen Saatbeständen ist. Auch muß angenommen werden, daß seither in den verschiedenen Revieren nicht nach ganz gleichen Grundsätzen durchforstet wurde. Trotzdem geht aus unserem reichen Untersuchungsmaterial hervor, daß die Stammzahlen gleich alter und derselben Bonität angehörigen normaler Bestände von der Zeit an, wo dieselben schon mehrere Male regelmäßig durchforstet wurden, nicht mehr so beträchtlich von einander abweichen, als daß man nicht das Gesetz der Abnahme der Stammzahlen durch die verschiedenen Jahre der Umtriebszeit mit befriedigender Sicherheit ziffermäßig nachweisen könnte. Es wird dieses um so mehr möglich sein, wenn man z. B. bei der Buche, welche seither meist natürlich verjüngt wurde, die Ergebnisse der Pflanz- und Saatbestände unberücksichtigt läßt.

Was nun die Konstruktion der Stammzahlkurven selbst betrifft, so ergab sich bei der Holzmassenermittlung die Stammzahl auf den einzelnen Versuchsflächen pro Hektar ganz von selbst. Bei dem Entwurf der Kurven wurde jedoch nur die Stammzahl pro 0,25 ha zu Grunde gelegt, weil man sonst einen zu kleinen Maßstab hätte wählen, oder die Stammzahltafel viermal größer als die übrigen Tafeln hätte anfertigen müssen, was nicht zweckmäßig gewesen wäre.

Auf eine horizontale Linie wurden wieder die Alter der Bestände, auf diese die zugehörigen wirklich gefundenen Stammzahlen pro 0,25 ha getrennt nach Bonitäten aufgetragen, schließlich in der schon mehrfach geschilderten Weise gruppenweise Mittelwerte berechnet und durch dieselben die Kurvenlinien gezogen. Durch Abgreifen der so erhaltenen, von Jahr zu Jahr fallenden Ordinaten und durch Multiplikation derselben mit vier erhält man endlich die erwünschten Stammzahlen normaler Bestände pro Hektar.

φ. Sonstige Bestandteile der Ertragstafeln.

Unsere Ertragstafeln enthalten weiter noch den laufenden und durchschnittlichen Höhenzuwachs, den laufenden und durchschnittlichen Zuwachs des Derbholzes, sowie des Derb- und Reisholzes und endlich die Zuwachsprozente des Derbholzes und des Derb- und Reisholzes.

Auf den die Zuwachslehre berührenden Teil der Ertragstafeln kommen wir im letzten Teil unseres Lehrbuches zurück.

2. Über den Gebrauch der Ertrags- oder Zuwachstafeln.

§ 38.

Wir lassen nun unsere Normal-Ertragstafeln für Rotbuche und Fichte im Auszuge folgen, um aus deren Inhalt zu zeigen, zu welchen forstlichen Verrichtungen dieselben dienen können. Eingehender sind die Ertragstafeln in unseren bezüglichen Schriften über die Fichte und Rotbuche besprochen. Andere Ertragstafeln fanden bereits in der Literaturnachweisung Erwähnung.

Normal-Ertragstafeln für Rotbuche und Fichte.

(Nach F. Baur, im Auszug.)

I. Bonität.

Alter, Jahre	Rotbuche						Fichte					
	Der Hauptbestand ergab pro Hektar (exkl. Zwischennutzungen und Stockholz)											
	Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden	Mittlere Höhe	Derbholz	Derb- und Reisholz	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes	Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden	Mittlere Höhe	Derbholz	Derb- und Reisholz	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes
		Q.-Meter	Meter	Festmeter				Q.-Meter	Meter	Festmeter		
5	.	.	0,6	.	9,4	32,4	.	3,0	0,3	.	15	50
10	.	16,6	1,6	.	27,0	17,4	.	8,7	1,0	5	40	17
15	.	18,6	3,1	2,7	50,0	11,2	.	16,0	2,3	35	80	14
20	.	20,7	5,1	16,0	79,8	9,2	6400	22,5	4,4	70	137	9,6
25	.	22,8	7,4	34,0	118,4	7,3	5280	27,5	7,4	113	202	7,4
30	.	24,9	9,9	61,2	160,5	5,6	4200	32,0	10,3	166	276	5,7
35	4450	26,6	12,4	96,2	203,0	4,4	3320	36,2	12,8	226	346	4,2
40	3400	27,7	14,9	138,0	248,0	3,8	2632	40,1	15,1	299	412	3,3
45	2520	29,8	17,1	189,0	293,0	3,2	2128	43,1	17,1	366	475	2,6
50	1940	31,9	18,6	247,5	338,0	2,7	1788	45,2	18,9	425	526	1,9
55	1540	33,4	20,1	307,0	381,2	2,2	1504	46,7	20,4	476	571	1,6
60	1260	34,8	21,6	354,0	422,0	1,9	1272	48,2	21,9	522	616	1,5
65	1080	35,8	23,0	392,5	462,0	1,8	1100	49,7	23,4	567	657	1,2
70	960	37,5	24,0	429,0	502,0	1,6	964	51,1	24,9	607	697	1,2
75	880	38,7	25,0	462,0	542,0	1,5	872	52,1	26,4	647	733	1,0
80	820	39,7	26,0	491,0	580,0	1,3	792	53,1	27,9	687	768	0,9
85	760	40,4	27,0	521,0	616,0	1,1	720	54,1	28,9	727	803	0,9
90	720	40,9	28,0	551,0	651,0	1,1	664	55,1	29,9	762	838	0,8
95	680	41,6	29,0	581,0	686,0	1,03	628	56,1	30,9	797	872	0,7
100	640	42,4	29,8	610,9	720,5	0,91	600	57,1	31,9	832	902	0,7
105	600	43,2	30,3	639,8	753,0	0,87	576	58,1	32,9	863	932	0 6
110	560	44,0	30,8	667,0	784,0	0,77	564	59,0	33,9	890	962	0,6
115	520	44,7	31,3	692,0	812,9	0,71	562	59,5	34,5	915	990	0,5
120	480	45,5	31,8	717,0	840,6	0,66	560	60,0	35,0	940	1015	0,5

Anmerkung:

Es kulminiert	Buche im Jahre	Fichte im Jahre
der laufende Höhenzuwachs der	36	25
„ durchschnittliche Höhenzuwachs der	45	45
„ laufende Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der . .	45	30
„ durchschnittliche Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	82	48

Normal-Ertragstafeln für Rotbuche und Fichte.

(Nach F. Baur, im Auszug.)

II. Bonität.

Alter, Jahre	Rotbuche: Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden (Q.-Meter)	Mittlere Höhe (Meter)	Derbholz (Festmeter)	Derb- und Reisholz (Festmeter)	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes	Fichte: Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden (Q.-Meter)	Mittlere Höhe (Meter)	Derbholz (Festmeter)	Derb- und Reisholz (Festmeter)	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes
	Der Hauptbestand ergab pro Hektar (exkl. Zwischennutzungen und Stockholz)											
5	.	.	0,5	.	9,1	30,0	.	3,0	0,2	.	11	27
10	.	.	1,3	.	21,7	15,4	.	7,5	0,7	.	30	17
15	.	15,9	2,8	.	37,8	10,2	.	13,1	1,6	14	57	12
20	.	16,4	4,3	.	58,2	8,4	.	18,6	2,9	36	92	8,7
25	.	18,1	6,2	22,6	83,7	7,1	6840	23,5	4,7	64	132	6,8
30	.	20,6	8,2	46,4	114,2	6,0	5840	27,8	6,7	95	180	6,1
35	5600	22,7	10,3	75,0	149,5	5,1	4480	31,8	8,7	137	235	5,1
40	4200	24,6	12,4	108,6	186,6	4,2	4000	35,6	10,7	185	297	4,0
45	3160	26,1	14,4	149,4	224,6	3,5	3308	38,7	12,3	238	353	3,1
50	2420	27,7	16,4	193,7	263,5	3,1	2768	41,4	13,8	288	406	2,5
55	1900	29,8	17,9	235,2	303,5	2,7	2400	43,0	15,3	338	453	2,0
60	1520	31,8	19,0	273,1	343,4	2,3	2080	44,5	16,8	388	495	1,6
65	1280	33,7	20,0	307,6	380,6	1,9	1800	45,8	18,3	433	535	1,5
70	1112	35,2	21,0	339,4	415,5	1,7	1580	46,7	19,8	478	575	1,4
75	1016	36,5	22,0	370,8	449,2	1,5	1368	47,7	21,0	518	615	1,3
80	920	37,2	23,0	400,5	481,8	1,4	1200	48,7	22,0	557	651	0,9
85	830	38,2	24,0	429,1	513,5	1,2	1030	49,7	23,0	592	681	0,9
90	770	38,7	25,0	456,0	544,5	1,1	880	50,7	24,0	626	711	0,8
95	720	39,2	26,0	482,5	574,2	1,02	792	51,7	25,0	656	741	0,8
100	680	40,2	26,6	508,5	602,8	0,95	744	52,7	25,9	686	768	0,7
105	640	41,2	27,1	534,0	631,0	0,89	728	53,7	26,4	711	793	0,6
110	610	42,2	27,6	558,9	659,0	0,86	724	54,7	26,9	736	817	0,5
115	580	43,0	28,1	583,3	686,4	0,79	720	55,5	27,4	760	835	0,4
120	560	44,0	28,6	607,1	713,2	0,75	720	56,0	28,0	780	850	0,4

Anmerkung:

Es kulminiert	Buche im Jahre	Fichte im Jahre
der laufende Höhenzuwachs der	35	32
„ durchschnittliche Höhenzuwachs der	52	65
„ laufende Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	57	39
„ durchschnittliche Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	92	60

Normal-Ertragstafeln für Rotbuche und Fichte.

(Nach F. Baur, im Auszug.)

III. Bonität.

Alter, Jahre	Rotbuche: Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden (Q.-Meter)	Mittlere Höhe (Meter)	Derbholz (Festmeter)	Derb- und Reisholz (Festmeter)	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes	Fichte: Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden (Q.-Meter)	Mittlere Höhe (Meter)	Derbholz (Festmeter)	Derb- und Reisholz (Festmeter)	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes
	Der Hauptbestand ergab pro Hektar (exkl. Zwischennutzungen und Stockholz)											
5	.	.	0,3	.	5,0	38,9	.	1,6	.	.	4	50
10	.	.	0,8	.	13,8	17,0	.	4,4	0,5	.	17	18
15	.	15,6	1,8	.	25,6	11,3	.	8,4	1,0	.	34	12
20	.	16,1	3,0	.	40,2	8,4	.	13,8	2,0	8	59	10
25	.	16,9	4,5	3,5	59,0	7,9	.	19,0	3,3	25	91	7,7
30	.	19,2	6,0	21,0	84,4	6,7	.	24,0	4,8	45	130	6,1
35	6600	20,2	8,0	46,0	111,2	5,1	.	27,8	6,5	71	170	4,7
40	5100	21,3	10,0	73,5	138,5	4,1	.	30,7	8,0	101	210	3,8
45	3900	22,1	12,0	104,0	166,0	3,4	.	33,2	9,5	133	250	3,2
50	3000	23,1	14,0	140,5	193,8	3,0	.	35,2	11,0	168	292	2,4
55	2360	24,4	15,5	176,0	222,1	2,6	.	37,2	12,4	206	327	2,1
60	1920	25,7	16,9	209,0	250,6	2,3	.	38,7	13,4	250	362	1,9
65	1624	27,3	17,9	240,0	280,0	2,2	.	40,2	14,4	290	396	1,5
70	1400	28,8	18,9	268,4	309,6	1,9	.	41,7	15,4	330	426	1,4
75	1220	30,0	19,9	295,2	337,5	1,7	.	43,2	16,4	365	456	1,3
80	1080	30,9	20,9	321,0	365,0	1,5	.	44,7	17,4	400	486	1,2
85	1000	32,6	21,5	346,0	392,5	1,4	.	45,8	18,3	430	516	1,0
90	940	34,1	22,0	371,0	420,0	1,3	.	46,8	18,8	460	541	0,9
95	890	35,5	22,5	393,5	447,0	1,1	.	47,8	19,3	490	565	0,7
100	840	36,6	23,0	416,0	472,0	1,1	.	48,8	19,8	515	585	0,7
105	800	37,7	23,5	436,0	496,4	0,98	.	49,8	20,3	540	605	0,7
110	760	38,8	24,0	456,0	520,4	0,93	.	50,5	20,5	560	625	0,5
115	730	39,7	24,5	475,4	544,0	0,87	.	51,5	20,8	577	640	0,5
120	700	40,5	25,0	493,0	566,8	0,80	.	52,0	21,0	592	655	0,5

Anmerkung:

Es kulminiert	Buche im Jahre	Fichte im Jahre
der laufende Höhenzuwachs der	40	32
„ durchschnittliche Höhenzuwachs der	56	55
„ laufende Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	65	37
„ durchschnittliche Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	111	72

Normal-Ertragstafeln für Rotbuche und Fichte.

(Nach F. Baur, im Auszug.)

IV. Bonität.

Alter, Jahre	Rotbuche						Fichte					
	Der Hauptbestand ergab pro Hektar (exkl. Zwischennutzungen und Stockholz)											
	Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden	Mittlere Höhe	Derbholz	Derb- und Reisholz	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes	Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden	Mittlere Höhe	Derbholz	Derb- und Reisholz	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes
		Q.-Meter	Meter	Festmeter				Q.-Meter	Meter	Festmeter		
5	.	.	0,3	.	0,9	80	.	0,9	.	.	2	50
10	.	.	0,8	.	4,4	25,7	.	2,7	0,4	.	11	18
15	.	.	1,4	.	12,5	21,4	.	5,6	0,9	.	23	13
20	.	14,6	2,4	.	24,9	11,1	.	9,6	1,4	3	41	9,8
25	.	15,1	3,5	.	40,7	9,4	.	13,6	2,4	13	61	6,6
30	.	15,8	5,0	.	60,2	7,3	.	17,6	3,6	26	85	5,9
35	.	17,4	6,5	15,3	81,7	5,6	.	21,6	5,1	41	115	5,2
40	6800	18,7	8,0	32,8	103,2	4,3	.	25,0	6,1	56	145	4,1
45	5300	19,9	9,5	53,8	124,7	3,6	.	27,6	7,1	74	175	3,4
50	4100	20,9	11,0	77,5	146,2	3,0	.	29,6	8,1	94	205	2,4
55	3300	21,7	12,5	102,6	168,6	2,8	.	31,6	9,1	120	230	2,2
60	2700	23,4	13,5	127,8	191,6	2,4	.	33,1	10,1	150	255	1,6
65	2260	24,8	14,5	152,4	214,5	2,1	.	34,6	11,1	175	275	1,5
70	1940	26,0	15,5	175,0	237,0	1,9	.	36,1	12,1	200	295	1,4
75	1640	27,1	16,5	197,5	258,7	1,7	.	37,4	12,6	225	315	1,3
80	1420	27,8	17,5	220,0	279,8	1,5	.	38,4	13,1	250	335	1,2
85	1280	29,0	18,1	242,5	300,0	1,3	.	39,6	13,5	274	355	0,9
90	1150	30,2	18,6	265,0	320,0	1,3	.	40,6	13,8	294	370	0,8
95	1020	31,3	19,1	286,0	340,0	1,2	.	41,6	14,2	314	385	0,8
100	960	32,5	19,6	306,0	360,0	1,1	.	42,6	14,6	334	400	0,7
105	900	33,5	20,1	326,0	380,0	1,1	.	43,6	15,1	354	415	0,5
110	840	34,5	20,6	346,0	400,0	1,0	.	44,6	15,5	369	425	0,5
115	790	35,3	21,1	363,6	417,5	0,8	.	45,5	15,7	384	435	0,5
120	750	35,9	21,6	381,0	435,0	0,8	.	46,0	16,0	397	445	0,5

Anmerkung:

Es kulminiert	Buche im Jahre	Fichte im Jahre
der laufende Höhenzuwachs der	40	33
„ durchschnittliche Höhenzuwachs der	56	67
„ laufende Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	60	40
„ durchschnittliche Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	110	62

Normal-Ertragstafel für Rotbuche.

(Nach F. Baur, im Auszug.)

V. Bonität.

Rotbuche							Rotbuche						
Der Hauptbestand ergab pro Hektar (exkl. Zwischennutzung und Stockholz)							Der Hauptbestand ergab pro Hektar (exkl. Zwischennutzung und Stockholz)						
Alter, Jahre	Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden	Mittlere Höhe	Derbholz	Derb- und Reisholz	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes	Alter, Jahre	Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden	Mittlere Höhe	Derbholz	Derb- und Reisholz	Zuwachsprozent des Derb- und Reisholzes
		Q.-Meter	Meter	Festmeter					Q.-Meter	Meter	Festmeter		
5	.	.	.	.	.	.	65	3080	18,9	11,0	82,0	132,4	2,6
10	.	.	0,2	.	3,0	.	70	2560	20,0	12,0	99,5	150,0	2,4
15	.	.	0,7	.	9,0	18,4	75	2140	20,8	13,0	118,0	166,0	1,8
20	.	.	1,2	.	17,1	11,8	80	1840	21,5	14,0	138,0	181,0	1,7
25	.	13,2	2,0	.	27,0	8,0	85	1600	22,7	14,5	158,0	196,0	1,6
30	.	13,7	3,0	.	38,5	6,9	90	1400	23,7	15,0	178,0	211,0	1,4
35	.	14,2	4,0	.	51,0	5,2	95	1260	24,8	15,5	196,0	226,0	1,3
40	.	14,7	5,5	10,0	63,5	4,1	100	1140	26,0	16,0	212,0	241,0	1,3
45	.	15,2	7,0	22,5	76,0	3,4	105	1060	26,8	16,5	224,5	256,0	1,2
50	5930	16,1	8,0	35,0	88,5	2,9	110	1000	27,6	17,0	237,0	271,0	1,1
55	4680	17,0	9,0	48,6	101,8	2,7	115	940	28,4	17,5	248,0	285,5	1,1
60	3700	18,0	10,0	64,6	116,4	2,6	120	880	28,8	18,0	258,0	297,0	0,7

Anmerkung:

Es kulminiert	Buche im Jahre
Der laufende Höhenzuwachs der	40
„ durchschnittliche Höhenzuwachs der	77
„ laufende Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	67
„ durchschnittliche Massenzuwachs des Derb- und Reisholzes der	116

Die vorstehenden Ertragstafeln können nun zu folgenden wirtschaftlichen Zwecken und wissenschaftlichen Untersuchungen dienen:

1. Sie geben Aufschluß, wie mit zunehmendem Bestandesalter die Stammzahlen der Bestände verschiedener Bonität sich vermindern, die Kreisflächensummen und Höhen derselben aber wachsen, und in welchem Alter der größte laufend- und durchschnittlich jährliche Höhenzuwachs erfolgt.

2. Sie geben in gleicher Weise Aufschluß über die von Jahr zu Jahr zunehmende Massenmehrung an Derbholz, und Derb- und Reisholz, sowie über den Zeitpunkt des Eintritts des größten laufend jährlichen und durchschnittlich jährlichen Massenzuwachses.

3. Sie belehren über die Größe der Zuwachsprozente in den verschiedenen Lebensjahren und Bonitäten. (Mehr hierüber in der Zuwachslehre, 3. Teil.)

4. Sie dienen zur Bonitierung der Bestände, wobei in erster Linie die mittlere Bestandeshöhe entscheidend ist. So spielte z. B. in Württemberg bei der letzten Bonitierung der Waldungen zum Zwecke der Besteuerung die mittlere Bestandeshöhe die Hauptrolle. Will man z. B. wissen, in welche Bonität ein unter mittleren Schlußverhältnissen erwachsener Bestand zu setzen ist, so stellt man nur dessen Alter fest und mißt mittelst eines Höhenmessers in normal geschlossenen Bestandespartien dessen mittlere Scheitelhöhe. Ein 75jähriger Buchenbestand I. Bonität besitzt z. B. eine mittlere Scheitelhöhe von 25 m, ein ebenso alter II. Bonität eine Höhe von 22 m. Hat nun irgend ein zu bonitierender Bestand ebenfalls 25 oder 22 m, so gehört auch er der I., beziehungsweise der II. Bonität an. Wäre er im gleichen Alter über 25 m, so würde er eine gute, bei 24 m aber eine schlechte I. Bonität repräsentieren u. s. w. Selbstverständlich wird es bei diesen Erhebungen auf einige Jahre oder einen Meter mehr oder weniger für wirtschaftliche Zwecke namentlich dann kaum ankommen, wenn man im Ganzen nur fünf Standortsklassen annimmt. Deshalb genügt auch die Ermittlung der mittleren Höhe ohne Kluppierung, d. h. ohne Berücksichtigung der Kreisflächen. Wir haben die feste Überzeugung, daß bei dieser Art Bonitierung weit zuverlässigere und übereinstimmendere Resultate erhalten werden (was z. B. gerade für Besteuerungszwecke wegen Vermeidung von mißlichen Reklamationen so erwünscht ist), als wenn man umständliche und kostspielige Untersuchungen des Bodens, der Lage, Exposition u. dgl. vornimmt, wobei das Gefühl oft einen zu großen Anteil nimmt.

5. Die Ertragstafeln dienen ferner zur Holzmassenschätzung der Bestände, wenn man keine umständliche Bestandesschätzungsmethode anwenden kann oder will, und wenn es sich um kein ganz genaues Resultat handelt. Gerade aus diesem Grunde mußten wir uns schon vorstehend über Begriff, Zweck, Bedeutung und Konstruktion der Ertragstafeln aussprechen. Besitzt z. B. der zu schätzende Bestand dieselbe normale Bestockung, wie man sie in den Ertragstafeln unterstellt, so wird er auch bei gleichem Alter und gleicher Höhe dieselbe Holzmasse liefern. Besitzt jedoch der vorliegende Bestand unter sonst gleichen Verhältnissen nur 0,7 der normalen, so ist die zugehörige Ertragsziffer in der Ertragstafel mit 0,7 zu multiplizieren, um die richtige Holzmasse zu erhalten. Der Grad der Bestockung wird in der Regel nach dem Augenmaße, seltener mittelst

Kluppierung festgestellt werden. Beurteilt man die Bestockung nur nach dem Augenmaß, dann muß man den Bestand nach allen Richtungen durchgehen, die Lücken überschlagen, und sie dann in Decimalteilen abziehen, wodurch sich z. B. die Bestockung 0,8 ergiebt, wenn die Bestandeslücken auf 0,2 taxiert werden. Dieses Verfahren wird selbstverständlich nur zufällig ganz genaue Resultate liefern. Sicherer ginge man allerdings, wenn man auf einer passend gewählten kleineren Probefläche die Kreisflächensumme ermittelte, diese auf 1 ha reduzierte, und schließlich nach dem Verhältnis der Kreisflächensummen pro Hektar des konkreten Bestandes und der Angaben in der Ertragstafel den Holzgehalt der letzteren reduzierte. Dieser genaueren Methode läßt sich aber entgegen halten, daß, wenn man einmal die Kreisflächensumme des zu schätzenden Bestandes kennt, sich durch Multiplikation dieser mit der Höhe und Formzahl die Holzmasse ohne Ertragstafel ergiebt, wobei natürlich gute Formzahlübersichten vorausgesetzt werden müssen.

6. Ertragstafeln dienen aber auch zur Berechnung des Massenzuwachses und werden wir hierauf bei der Zuwachslehre näher zurückkommen.

7. Auch zur direkten Berechnung des Normalvorrats für verschiedene Umtriebszeiten können Ertragstafeln dienen. Will man z. B. den Normalvorrat bei 120jährigem Umtriebe für 120 Hektar wissen, so braucht man nur die 120 Massenglieder der betreffenden Bonität zu summieren; während bei Unterstellung eines 100jährigen Umtriebes für 100 Hektare die ersten 100 Massenglieder zu addieren wären. Geben die Ertragstafeln, wie in vorstehendem Auszuge, die Massen nur von 5 zu 5 Jahren an, dann muß die Berechnung des Normalvorrates nach einer besonderen Formel geschehen, welche in der Lehre von der Forsteinrichtung und Waldwertrechnung besprochen wird.

8. Endlich dienen die Ertragstafeln noch zur Lösung aller möglichen Fragen der Waldwertberechnung und der forstlichen Statik. Man braucht nur die in denselben stehenden Holzmassen, dem Alter des Bestandes entsprechend, in Sortimente zu zerlegen, letztere dann mit den reinen durchschnittlichen *lokalen* Holzpreisen zu multiplizieren, so erhält man aus der Materialertragstafel eine *Geldertragstafel* pro Hektar. Von der Berechnung einer solchen haben wir jedoch hier Abstand genommen, weil die Brennholz-Sortimente sich nach dem Nutzholzabsatze ändern, die Preise der einzelnen Sortimente fast in jedem Reviere verschieden sind und der Gegenstand in das Gebiet der Waldwertrechnung fällt.

Zweites Kapitel.

Die Bestandes-Aufnahme mittelst Kluppierung.

Vorbemerkungen.

§ 39.

Die schwankenden Resultate der Okularschätzung und die nicht immer genügende Schätzung nach Vergleichsgrößen und Ertragstafeln haben zur stammweisen Aufnahme und Berechnung (nicht Schätzung) der Bestände zunächst nach Stärkestufen und Stärkeklassen geführt.

Werden nämlich die Stärken der Stämme eines Bestandes in Brusthöhe (1,3 m vom Boden) von n zu n (meist 2 zu 2) cm gemessen, so bilden die ein und derselben Stärke zufallenden Stämme eine Stärkestufe, während bei andern Bestandesschätzungsmethoden die Stämme einer kleineren oder größeren Anzahl nebeneinander liegender Stärkestufen wieder zu Stärkeklassen vereinigt werden.

Wäre ein Bestand aus n ihren Stammquerflächen g, Scheitelhöhen H und Formzahlen f nach vollkommen gleichen Bäumen zusammengesetzt, so würde sich der Holzgehalt derselben ganz richtig ergeben, wenn man den Inhalt eines Baumes ermittelte und diesen mit der Stammzahl n multiplizierte, d. h. es wäre die Bestandesmasse

$$M = n\,(g \,.\, H \,.\, f) = n \,.\, k,$$

wenn nämlich $k = g \,.\, H \,.\, f$ dem Inhalt eines Baumes gleich gesetzt würde.

Bestände der Art finden sich aber in der Natur nicht, denn alle zeigen Bäume verschiedener Höhen, verschiedener Querflächen und verschiedener Formzahlen. Daher kann auch die Kubierung eines einzigen Stammes, den man etwa als Muster oder Modell auswählt, nur selten zu einem ganz richtigen Resultate führen. Da aber durch eine Menge von Versuchen nachgewiesen wurde, daß Stämme gleicher Holzart, Grundstärke und Höhe (das Alter spielt hier eine untergeordnete Rolle) auch ziemlich gleiche Kubikinhalte haben, so bestimmt man die Holzmasse der

Bestände vielfach in der Art, daß man die Stärken und Höhen der vorhandenen Stämme mißt, nach besonderen jetzt zu beschreibenden Methoden einige Probestämme auswählt und fällt, und aus deren Inhalt auf denjenigen des ganzen Bestandes schließt. *Dieses Verfahren, welches sich selbst wieder in verschiedene Methoden verzweigt, nennt man die Aufnahme mittelst Fällung von Modell- und Probestämmen.*

Man versteht nämlich unter *Modell-*, *Muster-* oder *Probestamm* einen solchen, welcher bezüglich seines Inhaltes als das Mittel der Stämme eines Bestandes oder einer Stärkenklasse desselben betrachtet werden kann. Dagegen repräsentiert wieder bei andern Bestandesschätzungsmethoden der auszuwählende Probestamm nur die mittlere Höhe des Bestandes u. s. w.

Nicht alle Taxatoren fällen aber bei der stammweisen Aufnahme der Bestände Probestämme. Sie nehmen zwar ebenfalls die Stämme nach Stärkestufen und Stärkeklassen auf, ermitteln auch den wichtigen Gehaltsfaktor des Bestandes, die *Querflächensumme*, in Brusthöhe, messen ferner die Höhe des Bestandes mit einem Höhenmesser (auch wohl nur nach dem Augenmaße), bestimmen aber den dritten Gehaltsfaktor, die *Formzahl* mittelst guter Formzahlenübersichten. *Dieses Verfahren kann man die Aufnahme mittelst Formzahlen nennen.*

Eine dritte Methode, welche ebenfalls die Stämme eines Bestandes nach *Stärkestufen*, aber auch, bei beträchtlichen Höhen- und Altersunterschieden, nach Höhen- und Alterklassen ausscheidet, gründet sich auf die durchschnittlichen Resultate massenhafter Inhaltsberechnungen, welche an Bäumen gleicher Holzart, gleicher Stärke, Höhe und ziemlich gleicher Alter angestellt und in Tafeln übersichtlich zusammengetragen wurden. *Dieses Verfahren, welches sich bereits einer ausgedehnten Anwendung erfreut, kann die Aufnahme mittelst Massentafeln genannt werden.*

Noch ein anderes Verfahren wurde durch Professor *Preßler's* Vorschlag, den Inhalt stehender Bäume aus Grundstärke und Richthöhe zu bestimmen, hervorgerufen. Bei demselben werden zwar ebenfalls die Stämme nach Stärken und Höhen aufgenommen, auch Modellstämme ausgewählt, deren Inhalt aber nicht durch *Fällung*, auch nicht nach Formzahlen, sondern nach der § 30 beschriebenen Methode bestimmt. Wir wollen dieses Verfahren: *Preßler's Bestandesschätzungsmethode aus Grundstärke und Richthöhe* nennen.

Wenn es auch, wie bemerkt, in der Natur keinen Bestand giebt, dessen Stämme sämtlich genau dieselbe Höhe besitzen, so giebt es doch eine Menge von Beständen, in welchen die Höhendifferenzen entweder unbedeutend oder doch so beschaffen sind, daß die Ausscheidung besonderer Höhenklassen keinen namhaften Einfluß auf das Resultat der Aufnahme ausübt.

Da durch die Aufnahme der Bestände nach Höhenklassen (neben den Stärken) die Arbeiten nicht allein erschwert, sondern auch vermehrt und und kostspieliger werden, so soll man erstere, so weit dies ohne allzu große Einbuße an Genauigkeit möglich ist, zu umgehen suchen.

Dennoch lassen sich Höhenklassen nicht immer vermeiden und da unter solchen Verhältnissen das Verfahren der Holzmassenaufnahme ein anderes ist, so wollen wir zuerst die Aufnahme der Bestände nur nach Stärken und dann diejenige nach Stärken und Höhenklassen betrachten.

I. Die stammweisen Aufnahmen der Bestände nach Stärkestufen und Stärkeklassen.

1. Die Ermittlung der Stammstärken und Stammzahlen im allgemeinen.

§ 40.

Wenn wir in diesem Paragraphen nur die Ermittlung der Stammstärken besprechen und von der Bildung von Höhenklassen absehen, so leuchtet ein, daß es sich um einen Bestand handelt, in welchem entweder keine großen Höhendifferenzen vorkommen, oder in welchem durch eine Vernachlässigung der Höhen das Resultat nur wenig beeinflußt wird. Dieser Fall wird vorzugsweise bei regelmäßig erzogenen, gleichalterigen oder ziemlich gleichalterigen, geschlossenen und dem Haubarkeitsalter nicht mehr ferne stehenden Beständen gleicher Standortsgüte eintreten. Dagegen werden aus der Femelwirtschaft entstammende, sehr verschieden alterige und unregelmäßige Bestände beträchtliche Höhendifferenzen und sehr abweichende Formzahlen besitzen. Ähnliche Erscheinungen finden wir auch in Beständen, welche ihre Standortsgüte häufig wechseln. In solchen und ähnlichen Fällen können Höhenklassen, von welchen wir später handeln werden, nicht umgangen werden.

Bestände, welche aus dem Kahlschlag- oder Femelschlagbetriebe hervorgegangen und ziemlich gleichmäßig bestockt sind, regelmäßig durchforstet und überhaupt gut behandelt wurden, auch ziemlich gleiche Standorts-

verhältnisse besitzen, können jedoch auch größere Höhendifferenzen zeigen, ohne daß deshalb ein besonderer Nachteil aus der Nichtberücksichtigung der Höhen zu fürchten wäre. In solchen Fällen kann nämlich die Höhe, wenn auch einzelne Ausnahmen immer vorkommen, als eine Funktion der Stärke betrachtet werden, d. h. es entsprechen gleich starken Stämmen auch gleiche Höhen, so daß die Stärkenmessung gewissermaßen die Höhenmessung schon in sich schließt, letztere daher nicht noch besonders vorgenommen zu werden braucht.

Ehe man zur speziellen Aufnahme der Stammstärken eines Bestandes schreitet, hat man sich noch zu entscheiden, ob hierbei die Durchmesser- oder Umfangsmessung in Anwendung kommen soll. Nach vorliegenden Erfahrungen und Untersuchungen verdient bei der stammweisen Aufnahme **ganzer** Bestände die bequeme Durchmesser-Messung mit der Kluppe, gegenüber der unsicheren und viel **zeitraubenderen** Umfangsaufnahme mit dem Meßbande, unbedingt den Vorzug.

Wenn auch die Querflächen der Stämme nicht immer vollständige Kreise bilden, daher auch die Durchmesser nicht nach allen Richtungen hin gleich groß sind, so kommen größere Abweichungen doch meistens nur bei stärkeren Stämmen vor. In solchen Ausnahmsfällen kann man etwa möglichen Fehlern dadurch begegnen, daß man bei besonders unregelmäßig gewachsenen Stämmen die Durchmesser nach verschiedenen Richtungen mit der Kluppe abgreift, das arithmetische Mittel aus den Messungen zieht, und dieses als den wirklichen Durchmesser betrachtet und einträgt. In allen übrigen Fällen gleichen sich solche Differenzen im Laufe der Arbeit der Wahrscheinlichkeit nach genügend aus, weil namentlich dann bald die größeren, bald wieder die kleineren Durchmesser gemessen werden dürften wenn man abwechselnd die Kluppe in verschiedener Himmelsrichtung anlegt.

In dieser Beziehung sei verwiesen auf die „Untersuchungen über die Querflächenermittlung der Holzbestände von Dr. F. Grundner“*) und auf meine Besprechung dieser interessanten Schrift**).

Es ist nämlich schon längere Zeit beobachtet worden, daß die verschiedenen Durchmesser der Bäume in gleicher Meßhöhe nicht mit Zufälligkeiten zusammenhängt, sondern seinen bestimmten Grund hat. So hat der Franzose M. Ch. Mussat schon 1867 an mehreren tausend Stämmen nachgewiesen, daß dieselben von Ost nach West ausgebaucht seien und brachte diese Thatsache mit der durch die Umdrehung der Erde hervorgerufenen Centrifugalkraft in Verbindung; während

*) Verlag von Julius Springer 1882.

**) F. Baur: Forstwissenschaftliches Centralblatt 1883, Seite 57 u. f.

J. Sachs, H. von Nördlinger, F. Grundner u. s. w. den elliptischen Ausschnitt der Bäume aus der herrschenden Windrichtung erklären. Namentlich will Letzterer gefunden haben, daß die Durchmesser in der Richtung von Ost nach West meistens größer seien als in der Richtung von Süd nach Nord. Darauf gründet sich denn auch der Vorschlag die Bäume in abwechselnder Richtung zu kluppieren.

Gegen die Umfangsmessung spricht noch der Umstand, daß nach ihr die Resultate wegen der vom Kreis oft abweichenden Form der Querschnitte der Bäume immer etwas zu groß ausfallen müssen (vergleiche § 12) wozu noch weiter kommt, daß bei derselben Flechten, abgestorbene Rindenteile u. s. w. mitgemessen werden, welche man mittelst der Kluppenschenkel ohne besondere Mühe abstoßen kann.

Der Vorschlag, die Durchmesser der Bäume nicht zu *messen*, sondern nur einzuschätzen, empfiehlt sich aus mehrfachen Gründen nicht; denn einmal muß einem solchen Verfahren, soll es brauchbare Resultate liefern, immer eine gründliche Vorübung vorausgehen, und auch diese versagt ihren Dienst, wenn die Durchmesser unter einander stark abweichen, und dann geht das Messen mit der Kluppe, bei zweckmäßiger Geschäftseinteilung, *mindestens* ebenso schnell.

Hinsichtlich der Ausführung der Stammstärkenmessung ist folgendes zu bemerken: Sind mit der Holzmassenaufnahme einer Wirtschaftseinheit oder eines größeren Waldes mehrere Personen beschäftigt, so empfiehlt sich im allgemeinen ein gemeinsames Arbeiten derselben in ein und demselben Bestande nicht; es ist vielmehr vorzuziehen, einen Bestand nur durch einen Taxator aufnehmen zu lassen, welcher dann aber auch allein für die Güte der Arbeit verantwortlich ist. Die verschiedenen Personen sollen sich zwar gemeinschaftlich über die Art und Weise des Geschäftsbetriebes beraten, nachher aber eine möglichst zweckmäßige Arbeitsteilung als Prinzip aufstellen. *Es wird unter dieser Voraussetzung mehr und besser gearbeitet.*

Das Eintragen der Stammstärken sollte immer getrennt nach den im Bestande *herrschenden* Holzarten geschehen; denn jede Holzart verfolgt ihren eigentümlichen Wachstumsgang, besitzt andere Formzahlen und bei gegebener Stärke und Höhe verschiedene Kubikinhalte. Dagegen können einzelne eingesprengte Stämme anderer Holzarten ohne Anstand derjenigen herrschenden Holzart zugeteilt werden, zu welcher sie ihrem Wert oder ihrer Form nach am besten passen.

Zum Eintragen der Durchmesser eignet sich für umfangreiche Arbeiten ein lithographiertes Formular, welches man, den konkreten Bestandesverhältnissen entsprechend, vor Beginn der Arbeit noch weiter vorzubereiten

hat. Das folgende Muster 1, Seite 286, leistet in dieser Beziehung vorzügliche Dienste, und wird an vielen Orten schon längst mit dem bestem Erfolg angewendet. Sollte in dem Bestand nur eine Holzart vorkommen, so wird natürlich die im Kopf des Musters vorgesehene Trennung nach Holzarten unterlassen.

Die erste vertikale Spalte dient zum Eintragen der mutmaßlich in einem Bestande vorkommenden Durchmesser, etwa in Abstufungen von 2 zu 2 geraden Centimetern. Die folgenden Vertikalspalten enthalten die im Bestande vorkommenden Holzarten, und die letzte Bemerkungen über etwaige außergewöhnliche Stämme, Baumstumpen u. s. w. Letztere werden am besten nach ihrer Masse eingeschätzt und unter Rubrik „Bemerkungen" eingetragen. Der unter dem Kopf befindliche Teil enthält ein Netz von senkrecht sich durchschneidenden Linien.

Die hierdurch entstehenden länglichen Rechtecke (oder auch Quadrate) reichen gerade zum Eintragen von 20 (bei Quadraten von 25) Punkten hin, von welchen man am besten 5 in eine Reihe neben einander setzt. Ein jeder solcher Punkt stellt dann einen Stamm von dem vorstehendem Durchmesser vor.

Je nachdem eine oder die andere Holzart, eine oder die andere Stammstärke, mehr oder weniger stark vertreten ist, sieht man auf dem Formulare einen kleineren oder größeren Raum vor, wodurch es sich z. B. ergiebt, daß für eine Stärkestufe eine einzige Zeile genügt, für eine andere wieder 3—4 und mehr Zeilen vorgesehen werden müssen, wie dieses aus dem ausgefüllten Muster 1 deutlich ersichtlich ist.

Mit diesem vorbereiteten Formular beginnt man nun die Arbeit. Ist der Bestand schon ziemlich groß (8 bis 10 und mehr Hektare), mehr quadratförmig oder abgerundet, als in die Länge gestreckt, so ist es ratsam, denselben partienweise auszuzählen, weil man in größeren Beständen, wenn man mehr in die Mitte hineinkommt, die Orientierung leicht verliert und deshalb einzelne Stämme bei aller Aufmerksamkeit doch vergessen werden können. Wege, Fußpfade, Bäche, Gräben u. s. w., welche die Bestände häufig durchziehen, bilden oft ganz geeignete Anhaltspunkte für die Ausscheidung einzelner Bestandespartien. Lassen sich keine derartigen natürlichen Grenzen finden, so nimmt man die Auszählung im Ganzen vor, muß aber dann die Kluppenführer um so sorgsamer überwachen, damit dieselben keinen Stamm vergessen.

Ein Taxator (Protokollführer) beschäftigt in geschlossenen Beständen bequem zwei Kluppenführer, wozu, da die Arbeit eine ganz mechanische

Muster 1.

Aufnahme der Stammstärken und Stammzahlen.

(Distrikt . . . . . Abteilung . . . . .)

Durchmesser bei 1,3 m über der Erde in Centimeter	Buchen	Stammzahl	Eichen	Stammzahl	Bemerkungen
20		8			Einzelne Eschen und Ahorne wurden den Buchen zugerechnet
22		17			
24		88			
26		163		4	
28		303		9	
30		268		34	
32		196		103	
34		82		95	
36		74		72	
38		24		43	
	Summe	1223		360	

ist, gewöhnliche und darum auch wenig kostspielige Arbeiter verwendet werden können. In Licht- und Abtriebsschlägen, wo die Bäume schon in größeren Entfernungen stehen, können sogar drei Arbeiter vollständig beschäftigt werden.

Damit die Kluppenführer die Kluppe bei der Baummessung immer in ein und derselben Höhe (etwa 1,3 m über der Erde) anlegen, kann man ihnen an der Brust ein besonderes Zeichen anbringen. Neben der Kluppe besitzt der Arbeiter noch einen guten, die Hand vor Beschädigungen schützenden, deutlich zeichnenden, aber nicht zu tief einschneidenden Baumrisser, mit welchem er den gemessenen Baum etwa in der Brusthöhe deutlich nach der Seite hin anreißt, wo die Aufnahme des Bestandes noch nicht stattgefunden hat. Die mit dem Baumrisser angebrachten Risse sollen möglichst vertikal und nicht horizontal verlaufen. Horizontale Rindenrisse vernarben viel schwerer und hinterlassen unter Umständen brandige, eingesunkene Stellen am Baumkörper. Junge Bestände mit dünner Rinde werden am besten mit irgend einer Farbe bezeichnet (Kreide).

Es wurde mehrfach der Vorschlag gemacht, jedem Kluppenführer noch eine Person beizugeben, welche die Zeichnung der gemessenen Bäume vorzunehmen habe. Nach unsern vielfachen Erfahrungen kann jedoch eine solche Arbeitskraft für gewöhnliche taxatorische Arbeiten gänzlich erspart werden. Wir haben bis jetzt Millionen Stämme messen lassen und immer gefunden, daß der Kluppenführer das Geschäft des Zeichnens noch recht gut ohne größeren Zeitaufwand und ohne besondere Anstrengung mitbesorgen kann. Nur bei alten, hartborkigen Eichen ermüdet das Anreißen die Arme etwas, allein von demselben Mißstande wird natürlich auch der Hilfsarbeiter getroffen.

Bei der Kluppierung von Ertrags- und Durchforstungsversuchsflächen u. s. w. werden die gemessenen Stämme am besten mit einem horizontalen 2 cm breiten Ölfarbstreifen 1,3 m über dem Boden versehen, damit man nach Jahren genau wieder dieselbe Meßstelle auffinden kann.

Der Kluppenführer nimmt den Baumrisser am besten in die rechte Faust, hält mit den Fingern der rechten Hand den beweglichen, mit den linken Fingern aber den festen Schenkel der Kluppe, mißt so den Baum und läßt hierauf die Kluppe, während des Zeichnens des Baumes, mit der rechten Hand ganz los. Es wird hierbei vorausgesetzt, daß die Stämme durchschnittlich nicht viel über 1 m stark sind, man daher eine kleinere und leichtere Kluppe verwenden kann. In Beständen mit stärkeren Stämmen muß natürlich eine größere, weniger leicht zu handhabende Kluppe genommen werden, und dürfte es in diesem seltenen Falle vorzuziehen sein, dem Kluppenführer noch eine Person zum Zeichnen der Bäume beigegeben. Übrigens soll man sich bei solchen Arbeiten zur strengsten

Messung in Centimetern	Kreisflächensumme in qm, wenn man die Überschüsse zur		Unterschied in Prozenten Wenn man die Überschüsse		Stammzahl	Alter
	folgenden Stärkestufe rechnet	vorhergehenden Stärkestufe rechnet	zur folgenden Stärkestufe setzt, so erhält man, wenn $^1/_2$ cm = 100, für	zur vorhergehenden Stärkestufe setzt, so erhält man, wenn $^1/_2$ cm = 100, für		
		1. Versuch.	$^1/_2$ cm = 9,89 qm.			
1	10,184	9,581	103,0	96,9	541	37
2	10,260	9,615	103,7	97,2		
3	10,153	9,517	102,7	96,2		
4	10,261	9,541	103,7	96,5		
5	10,338	9,708	104,5	95,2		
		2. Versuch.	$^1/_2$ cm = 51,236 qm.			
1	52,385	50,224	102,3	98,1	1895	52
2	52,878	49,873	103,3	97,4		
3	52,542	50,174	102,6	98,0		
4	53,072	50,425	103,7	98,5		
5	52,975	50,611	103,5	98,8		
		3. Versuch.	$^1/_2$ cm = 39,990 qm.			
1	40,705	39,307	102,0	98,5	873	65
2	40,844	39,024	102,3	97,8		
3	40,769	39,197	102,2	98,2		
4	41,048	39,431	102,8	98,8		
5	40,935	39,589	102,6	99,2		
		4. Versuch.	$^1/_2$ cm = 61,059 qm.			
1	61,955	60,207	101,4	98,5	794	77
2	62,100	60,059	101,6	98,3		
3	61,797	60,308	101,5	98,7		
4	62,486	60,397	102,3	98,8		
5	62,229	60,575	101,8	99,1		
		5. Versuch.	$^1/_2$ cm = 66,532 qm.			
1	67,317	65,716	101,2	98,8	631	96
2	67,574	65,616	101,6	98,7		
3	67,275	65,960	101,1	99,2		
4	67,534	65,450	101,5	98,4		
5	67,376	65,743	101,3	98,8		
		6. Versuch.	$^1/_2$ cm = 37,013 qm.			
1	37,411	36,662	101,0	99,1	270	103
2	37,453	36,428	101,1	98,4		
3	37,394	36,771	101,0	99,4		
4	37,503	36,630	101,0	99,0		
5	37,453	36,859	101,1	99,6		

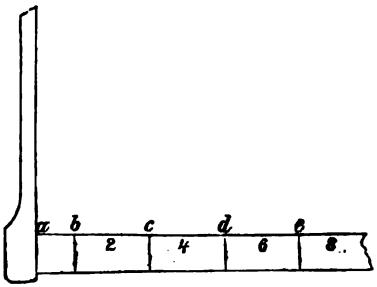
Regel machen, nur mit dem allernotwendigsten Personal zu arbeiten, denn manche Unterbrechung des Geschäftes durch Fragen, Sprechen u. s. w. geschieht in der Regel nur auf Kosten der Genauigkeit.

Die Aufnahme des Bestandes geschieht in Streifen, welche zweckmäßig möglichst senkrecht zur längeren Seite des Bestandes geführt werden. In lichten Beständen sind dieselben breiter, in geschlossenen Beständen schmäler zu nehmen. Die Stärkenmessung erfolgt am besten in Abstufungen von 2 zu 2, seltener von 3 zu 3 cm derart, daß im ersten Falle Teile bis zu 1 cm unbeachtet bleiben, solche von über 1 cm aber als 2 cm voll zur folgenden Stärkestufe gerechnet werden; im anderen Falle blieben bis 1,5 cm unbeachtet und über 1,5 cm und mehr würde wieder zur folgenden Klasse geschlagen.*)

Will man dem Arbeiter das Abrunden der Durchmesser auf 2 oder 3 cm nicht überlassen, so kann man den Kluppenmaßstab so einrichten, daß sich die Abrundung von selbst vollzieht.

Will man z. B. die Abrundung auf 2 cm vornehmen, so trägt man vom Nullpunkt a des Kluppenmaßstabes, Fig. 78, zuerst 1 cm von a nach b und dann nach und nach immer 2 cm nach c, d, e u. s. w. auf, zieht die Linien b, c, d, e u. s. w. und beschreibt die dadurch entstehenden Felder mit 2, 4, 6 u. s. w. Alle Durchmesser, welche zwischen b und c fallen, werden dann mit 2, alle zwischen c und d mit 4 cm u. s. w. eingeschrieben.

Fig. 78.



Es ist bei der Kluppierung der Bestände nicht gleichgültig, ob man die Durchmesser in Abstufungen von 1, 2, 3, 4 . . . Centimeter aufnimmt, denn je näher man die Stärkestufen zusammenlegt, um so leichter schleichen sich Fehler beim Eintragen der Punkte (Stämme) ein, desto zeitraubender wird die Addition der Stämme und die Ermittelung der Kreisflächensumme der Bestände, wie letztere aus Stammzahl und Stammstärke abgeleitet wird.

Um zu untersuchen, welchen Einfluß es auf die Kreisflächensumme des Bestandes ausübt, je nachdem man dieselben in Abstufungen von 1, 2, 3, 4 oder 5 cm aufnimmt, stellte ich in einem Fichtenreviere eine Anzahl Versuche in der

*) Vergleiche Lorey: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1882, Seite 141.

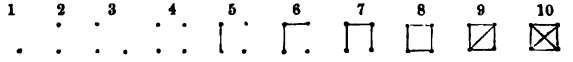
Art an, daß die Bestände in Abstufungen von $^1/_2$, 1, 2, 3, 4 und 5 cm mit der Modifikation aufgenommen wurden, daß man in einem Falle die überschüssigen Teile zur vorhergehenden, im anderen Falle zur folgenden Stärkestufe rechnete.

Die Resultate sind in vorstehender Übersicht (S. 288) mitgeteilt, aus welcher hervorgeht, daß man ziemlich zu demselben Resultat kommt, ob man die Durchmesser in Abstufungen von 1, 2, 3, 4 oder 5 cm mißt. Wir möchten für gewöhnliche taxatorische Arbeiten die Mittelstraße von 2 cm schon deshalb wählen, um auch einzelne stehende Bäume etwa mittelst Massentafeln möglichst genau kubieren zu können. Für wissenschaftliche Arbeiten empfiehlt sich eine Aufnahme von cm zu cm übers Kreuz.

Der Kluppenführer ruft nach Instruktion jeden gemessenen Durchmesser und bei verschiedenen Holzarten auch diese laut und deutlich in kürzester Form aus, wie z. B. Eiche 12, Buche 14 u. s. w. Der Protokollführer trägt hierauf jeden einzelnen Stamm mit einem deutlichen Punkt an der betreffenden Stelle des Formulares ein, wiederholt in Zweifelfällen den Ruf, zum Zeichen des richtigen Eintrages, nochmals laut, weil es öfters vorkommt, daß zwei Kluppenführer auf einmal, und deshalb für den Taxator undeutlich rufen. In nicht zu geschlossenen Beständen wird letzterem neben dem Eintrag in der Regel noch so viel Zeit bleiben, einen flüchtigen Blick auf den letztgemessenen Baum zu werfen, um die Angaben des Arbeiters noch notdürftig zu kontrollieren, weil es vorkommen kann daß Kluppenführer nach langer monotoner Arbeit in der Zerstreuung eine andere Zahl ausrufen, als sie wirklch gemessen haben. Endlich hat der Protokollführer mit seinem Personal auch noch darauf zu achten, daß kein Baum vergessen wird und auf einmal nicht allzu breite Streifen in Angriff genommen werden, was die Arbeit, da die Kluppenführer dann öfter suchend herumlaufen müssen, mehr hemmt als fördert.

Bei Stämmen, welche sich nahe am Meßpunkt in mehrere Hauptstämme vergabeln, wird jeder derselben besonders gemessen und eingetragen. An Berghängen arbeitet man am besten in Horizontalstreifen von unten nach oben und bestimmt die Meßhöhe von der Bergseite aus.

Manche Taxatoren wählen als Zeichen des Eintrages der Stämme statt der Punkte im Muster 1 auch andere Bezeichnungsweisen. So z. B. kleine vertikale Striche, von welchen zuletzt immer je 5 und 5 durch kurze Bogenstriche mit einander verbunden werden, um das Zählen zu erleichtern. Öfter werden auch Punkte und Striche gewählt und in folgender Weise mit einander verbunden:



Wir geben der Bezeichnung in Muster 1 den Vorzug, schon weil man auf diese Art auf ein Blatt die meisten Stämme bringen kann, was bei stammreichen Beständen ein Vorteil ist.

Ist der Bestand auf diese Weise durchgearbeitet, so ergiebt sich schließlich sehr leicht die Stammzahl jeder Stärkestufe und aus dieser diejenige des Bestandes. Da man in jedes Fach des Musters 1, so weit Stämme vorhanden sind, 20 Punkte eingetragen hat, so sind z. B. 5 vollständig gefüllte Fache = 5 × 20 = 100 Stämmen zu setzen. Die Summen werden, wie dieses aus Muster 1 ersichtlich ist, für jede Stärkestufe gezogen; so sind z. B. 163 Buchen von 26 cm vorhanden. Die Summe der Stämme in sämtlichen Stärkestufen kommt der Stammzahl des ganzen Bestandes gleich; in vorstehendem Muster 1223 Buchen und 360 Eichen. Für jeden Bestand (d. h. Waldabteilung und Unterabteilung) wird ein besonderes Muster genommen.

Da das Verfahren der Ermittlung der Stammstärken und Stammzahlen bei allen folgenden Methoden im *Wesen* dasselbe bleibt, so werden wir auf diesen Gegenstand in der Folge auch höchstens noch insoweit zurückkommen, als vielleicht bei einer oder der anderen Methode sich noch eine *spezielle* Ergänzung als notwendig erweisen sollte. Die nach der stammweisen Aufnahme des Bestandes zum Zwecke der Massenermittlung noch weiter nötigen Arbeiten weichen bei den einzelnen Methoden nicht unbedeutend von einander ab, so daß sie künftig auch getrennt von einander behandelt werden sollen.

2. Die Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung von Probestämmen.

§ 41.

Unter Probestamm versteht man im Sinne dieser Methode einen Baum, welcher bezüglich seiner Masse das Mittel aus allen Stämmen des Bestandes oder aus einer Anzahl desselben (gebildeten Stärkeklassen) repräsentiert. Man schließt daher bei diesem Verfahren von dem Inhalt eines oder mehrerer gefällten Probestämme auf die Holzmasse des ganzen Bestandes. Man kann dabei wieder nach verschiedenen Methoden verfahren. Entweder berechnet man, wie das sogleich auseinandergesetzt werden soll, aus sämtlichen Stämmen eines Bestandes die Stärke eines arithmetisch mittleren Probestammes und läßt von dieser ein oder mehrere Exemplare fällen, oder man ermittelt sogenannte Klassen-Modellstämme, indem man je nach der Beschaffenheit des Bestandes eine kleinere oder größere Anzahl Stärkestufen zu *Stärkeklassen* zusammenfaßt, in jeder der letzteren mittlere Modellstämme berechnet und solche in einem oder besser mehreren Exemplaren fällt und liegend kubiert.

Die Frage, welches von beiden Verfahren das bessere sei, läßt sich nur dahin beantworten, daß jedes unter Umständen seine eigentümlichen Vorzüge habe. Der Vorzug größerer Kürze gebührt unter allen Umständen dem ersten Verfahren, während das zweite unter besonderen Verhältnissen sich wieder durch größere Genauigkeit auszeichnen kann.

In Beständen von gleichen oder ziemlich gleichen Altern und Höhen, gutem oder ziemlich gutem Schluß, sorgfältiger Pflege (Durchforstung) von Jugend auf, werden auch die Brustdurchmesser weniger differieren, so daß auch der arithmetisch mittlere Modellstamm namentlich dann befriedigende Resultate liefern wird, wenn man denselben in einigen Exemplaren fällt und kubiert. Unter dieser Voraussetzung wird das einfachere Verfahren des arithmetischen Mittelstamms für die Praxis kaum weniger befriedigende Resultate als das Klassenmodellstammverfahren liefern.

Immerhin sind bei beiden Methoden kleinere Fehler möglich, weil bekanntlich auch in regelmäßigen Beständen Bäume gleicher Höhe und Stärke verschiedene Formzahlen und Inhalte haben können. Der Fehler wird aber um so geringer werden, eine je größere Zahl Probestämme man fällen läßt, weil mit letzterer die Wahrscheinlichkeit steigt, dem wahren Mittelstamm des Bestandes näher zu kommen.

Weichen jedoch in einem Bestande die Stärken und Höhen beträchtlich von einander ab, dann ist es immerhin zweifelhaft, ob der arithmetisch mittlere Modellstamm genau genug das Mittel aller Stämme repräsentiert. In diesem Falle wird man in der Regel ein etwas genaueres Resultat erhalten, wenn man nach der Methode der Klassenmodellstämme für jede Stärkeklasse einen oder mehrere mittlere Probestämme auswählt und fällt. Zieht man jedoch das etwas kürzere Verfahren vor, so wird man bei gleichaltrigen Beständen trotz größerer Durchmesserdifferenzen nach dem ersten Verfahren noch ganz gute Resultate erhalten, wenn man von der Stärke des arithmetischen Mittelstammes gerade so viele Exemplare fällt, als man nach der Methode der Klassenmodellstämme in Summa gefällt haben würde.

Zu den Methoden, bei welchen Probestämme gefällt werden, gehören auch noch die Verfahren von Draudt, Urich und R. Hartig. Die Grundlagen derselben weichen jedoch unter sich und von den soeben berührten Probestamm-Methoden so wesentlich ab, daß sie einzeln für sich betrachtet werden müssen. Gehen wir daher nach diesen allgemeinen Bemerkungen zur Beschreibung der einzelnen Methoden selbst über.

A. Die Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung eines arithmetisch mittleren Modellstammes.

Das Verfahren besteht darin, daß man nach § 40 sämtliche Stämme des Bestandes nach Stärkestufen von etwa 2 zu 2 cm mit der Kluppe 1,3 m über dem Boden mißt, ferner den Durchmesser des arithmetischen Mittelstammes in derselben Meßhöhe berechnet, sodann mehrere Exemplare des Modellstammes fällt und genau kubisch aufnimmt, endlich den Kubikinhalt sämtlicher Modellstämme durch deren Zahl dividiert und den Quotienten mit der Stammzahl des ganzen Bestandes multipliziert. Das Produkt giebt den Kubikinhalt des Bestandes an.

Die bei dieser Methode nötigen Verrichtungen sind, nachdem die Stammzahlen in allen Stärkestufen nach § 40 richtig ermittelt wurden, folgende:

a. Die Ermittlung der Stärke des arithmetisch mittleren Modellstammes. Man hat zur Lösung dieser Aufgabe mehrere Wege eingeschlagen, das einfachste und richtigste Verfahren ist aber in folgender Formel:

$$G = \frac{a \cdot g + a_1 \cdot g_1 + a_2 \cdot g_2 + a_3 \cdot g_3 + a_4 \cdot g_4 + \ldots\ldots}{a + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \ldots\ldots}$$

ausgedrückt, in welcher G die Querfläche des mittleren Modellstammes, a, a_1, a_2, a_3 ..... die Stammzahlen jeder Stärkestufe, g, g_1, g_2, g_3 ..... aber die einem Stamme der entsprechenden Stärkestufe zugehörigen Querflächen bedeuten. In vorstehender Formel drückt der Zähler die Kreisflächensumme, der Nenner die Stammzahl des Bestandes aus. Man erhält daher die mittlere Kreisfläche des Bestandes, wenn man die Kreisflächensumme durch die Stammzahl desselben dividiert.

Ist die mittlere Kreisfläche (G) einmal gefunden, so hat man nur nötig, den dieser entsprechenden Durchmesser aus einer guten Kreisflächen- oder Walzentafel zu entnehmen, wenn man denselben nicht durch Rechnung ableiten will.

Die vorstehende Formel kann man sich in folgender Weise entstanden denken: Die Durchmesser der Stämme der in dem Bestande vorkommenden Stärkestufen seien d, d_1, d_2, d_3 ....., die denselben entsprechenden Kreisflächen g, g_1, g_2, g_3 ....., die zugehörigen Stammzahlen a, a_1, a_2, a_3 ....., die Formzahlen f, f_1, f_2, f_3 ...., die allen Stämmen gemeinschaftliche Höhe H (denn nach der Voraussetzung weichen dieselben nicht beträchtlich von einander ab), der mittlere Durchmesser D, die mittlere Kreisfläche endlich sei G und die mittlere

Formzahl des Bestandes F, so setzt sich offenbar die Masse des Bestandes zusammen aus der Masse der einzelnen Stärkestufen, d. h. es ist:

$$g \cdot H \cdot f \cdot a + g_1 \cdot H \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot H \cdot f_2 \cdot a_2 + \ldots .$$
$$= H\,(g \cdot f \cdot a + g_1 \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot f_2 \cdot a_2 + \ldots).$$

Die Bestandesmasse ist aber auch gleich dem Inhalte des Mittelstammes, multipliziert mit der Stammzahl $a + a_1 + a_2 + a_3 + \ldots = n$ des Bestandes, d. h. $= G \cdot H \cdot F \cdot n$; folglich ist auch

$$G \cdot H \cdot F \cdot n = H\,(g \cdot f \cdot a + g_1 \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot f_2 \cdot a_2 + \ldots .)$$
$$G \cdot F \cdot n = g \cdot f \cdot a + g_1 \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot f_2 \cdot a_2 + \ldots .$$

Unterstellt man nun, bei gleicher Höhe der Stärkestufen, auch gleiche Formzahlen der einzelnen Stärkestufen und setzt sie gleich der mittleren Formzahl F, so ist $F = f = f_1 = f_2 \ldots .$ und man hat:

$G \cdot n = g \cdot a + g_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot a_2 + \ldots .$ und

$$G = \frac{a \cdot g + a_1 \cdot g_1 + a_2 \cdot g_2 + \ldots .}{n} = \frac{a \cdot g + a_1 \cdot g_1 + a_2 \cdot g_2 + \ldots .}{a + a_1 + a_2 + \ldots .}$$

Diese einfache Formel für die Berechnung der mittleren Kreisfläche eines Bestandes liefert uns dann genaue Resultate, wenn die Höhen und damit die Stärken der Bäume nicht beträchtlich von einander abweichen. Darf diese Unterstellung nicht gemacht werden, dann ist die Methode des arithmetisch mittleren Modellstammes überhaupt verwerflich und muß durch irgend ein Klassenmodellstammverfahren ersetzt werden, weil die Durchmesser der Klassenmodellstämme nach genannter Formel in vollkommen befriedigender Weise gefunden werden.

Da die genannte Formel den arithmetisch mittleren Modellstamm immer etwas zu klein angiebt, hat Kunze*) noch eine andere allerdings schwerfällige Formel entwickelt, welche etwas höhere und genauere Resultate liefern soll. Dieselbe lautet:

$$G = \sqrt{\frac{g^2 \cdot a + g^2_1 \cdot a_1 + g^2_2 \cdot a_2 + g^2 n \cdot a n}{a + a_1 + a_2 + .. a n}}.$$

Beispiel: Nach den in Muster 1 (Seite 286) enthaltenen Aufzeichnungen finden sich Buchen:

a	=	8	Stämme	von	20 cm	Durchm	und	g	= 0,031	qm Kreisfläche
a_1	=	17	„	„	22	„	„	g_1	= 0,038	„ „
a_2	=	88	„	„	24	„	„	g_2	= 0,045	„ „
a_3	=	163	„	„	26	„	„	g_3	= 0,053	„ „
a_4	=	303	„	„	28	„	„	g_4	= 0,062	„ „
a_5	=	268	„	„	30	„	„	g_5	= 0,071	„ „
a_6	=	196	„	„	32	„	„	g_6	= 0,080	„ „
a_7	=	82	„	„	34	„	„	g_7	= 0,091	„ „
a_8	=	74	„	„	36	„	„	g_8	= 0,102	„ „
a_9	=	24	„	„	38	„	„	g_9	= 0,113	„ „

*) Dr. M. F. Kunze. Anleitung zur Aufnahme des Holzgehaltes der Waldfläche. Berlin. 1891.

Werden diese Werte in obige Formel eingesetzt, so ergiebt sich:

$$G = (8 \times 0{,}031 + 17 \times 0{,}038 + 88 \times 0{,}045 + 163 \times 0{,}053 + 303 \times 0{,}062 + 268 \times 0{,}071 + 196 \times 0{,}080 + 82 \times 0{,}091 + 74 \times 0{,}102 + 24 \times 0{,}113):$$
$$(8 + 17 + 88 + 163 + 303 + 268 + 196 + 82 + 74 + 24)$$
$$= (0{,}248 + 0{,}646 + 3{,}960 + 8{,}639 + 18{,}786 + 19{,}028 + 15{,}680 + 7{,}462 + 7{,}548 + 2{,}712) : 1223$$
$$= 84{,}709 : 1223 = 0{,}069 \text{ qm}.$$

Dieser mittleren Kreisfläche G = 0,069 entspricht nun ein Durchmesser von 29,6 cm und ein Umfang von 92,9 cm.

Ganz auf dieselbe Weise findet man nach Muster 1 auch die Stammkreisflächensumme der Eichen, aus dieser die arithmetisch mittlere Kreisfläche und aus letzterer den arithmetisch mittleren Durchmesser oder Umfang. Man hat nämlich:

a	=	4	Stämme	von	26 cm	Durchm.	und	g	= 0,053	qm Kreisfläche
a_1	=	9	„	„	28	„	„	g_1	= 0,062	„ „
a_2	=	34	„	„	30	„	„	g_2	= 0,071	„ „
a_3	=	103	„	„	32	„	„	g_3	= 0,080	„ „
a_4	=	95	„	„	34	„	„	g_4	= 0,091	„ „
a_5	=	72	„	„	36	„	„	g_5	= 0,102	„ „
a_6	=	43	„	„	38	„	„	g_6	= 0,113	„ „

Werden auch diese Werte in obige Formel gesetzt, so ist:

$$G = (4 \times 0{,}053 + 9 \times 0{,}062 + 34 \times 0{,}071 + 103 \times 0{,}080 + 95 \times 0{,}091 + 72 \times 0{,}102 + 43 \times 0{,}113):$$
$$(4 + 9 + 34 + 103 + 95 + 72 + 43) =$$
$$= \frac{0{,}212 + 0{,}558 + 2{,}414 + 8{,}240 + 8{,}645 + 7{,}344 + 4{,}859}{360}$$
$$= \frac{32{,}272}{360} = 0{,}090 \text{ qm}.$$

Dieser mittleren Kreisfläche G = 0,090 qm entspricht ein mittlerer Durchmesser von 33,8 cm und ein Umfang von 106,1 cm.

Für normale Bestände hat W. Weise*) gefunden, daß der Mittelstamm so liegt, daß 60 % aller Stämme des Bestandes schwächer, 40 % dagegen stärker sind. Es ließe sich daher für normale Bestände die Stärke des Mittelstammes auch ohne Anwendung der vorstehenden Formel, wenn auch nicht ganz mathematisch genau, auffinden.

*) W. Weise: Ertragstafeln für die Kiefer, Seite 129—130. Berlin 1880. Verlag von J. Springer.

Bei der praktischen Ausführung von Bestandesschätzungen kann man die zum Behufe der Ermittlung der mittleren Kreisflächen (G) nötigen und zeitraubenden Multiplikationen gänzlich ersparen, wenn man sich sogenannter „Stammklassen-Kreisflächentabellen" bedient, aus welchen man für alle vorkommenden Durchmesser die Stammkreisflächensumme für 1—100 Stämme direkt ablesen kann. Man hat dann nur noch nötig, die Kreisflächensummen aller Stärkestufen für jede Holzart besonders zu addieren, um diejenige des ganzen Bestandes zu erhalten.*)

Zu demselben Zwecke kann man aber auch Walzentafeln verwenden. Wenn dieselben die Kubikinhalte beliebig starker und bis zu 100 m langen Walzen enthalten, so bezeichnen deren Kubikinhalte zugleich auch die Kreisflächensumme von so viel Stämmen, als die fragliche Walze Längenmeter hat. So ist z. B. eine 1 Meter lange Walze = der Kreisfläche der Walze multipliziert mit 1, also der Kreisfläche selbst gleich; ebenso der Kubikinhalt einer 2 Meter langen Walze = der Kreisfläche von zwei gleich starken Stämmen u. s. w.

Enthält eine Stärkestufe mehr wie 100 Stämme, z. B. 163, so schlägt man in einer der genannten Tafeln zuerst den Kubikinhalt einer gleich starken, 100 m langen Walze und dann den einer 63 m langen auf, addiert beide Ergebnisse und erhält in der Summe die Stammkreisflächensumme der 163 Stämme. Wären obige 163 Buchenstämme z. B. 26 cm stark, so fände man für eine 100 m lange gleich starke Walze = = 5,309 fm und für eine 63 m lange = 3,345 fm, mithin die Kreisflächensumme von 163 Stück 26 cm starken Stämmen = 5,309 + + 3,345 = 8,654 qm.

Ein anderes Verfahren, den mittleren Modellstamm eines Bestandes zu finden, welches sich hin und wieder noch in Lehrbüchern und Taxationsinstruktionen findet, beruht in folgender Formel:

$$D = \frac{a \cdot d + a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 + a_3 \cdot d_3 + a_4 : d_4 + \ldots .}{a + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \ldots .}$$

in welcher D den mittleren Durchmesser des Modellstammes im Meßpunkt bedeutet, a_1, a_2, a_3 . . . . aber die Anzahl der Stämme der einzelnen Stärkestufen und d_1, d_2, d_3 . . . . die den letzteren entsprechenden Durchmesser vorstellen. In Worten übersetzt, lautet die Formel:

*) Brauchbar für diesen Zweck sind die „Kreisflächentafeln für Metermaß zum Gebrauch bei Holzmasse-Ermittelungen" von Dr. A. v. Seckendorf, Leipzig 1870. Noch mehr empfehlen sich aber die „Hilfstafeln für Holzmassen-Ausnahmen von M. F. Kunze. Berlin 1884. Verlag von Paul Parey.

Man multipliziere den Durchmesser jeder Stärkestufe mit der ihr zugehörigen Stammzahl, addiere alle diese Produkte und dividiere die erhaltene Summe mit der Stammzahl aller Stärkestufen, so erhält man den arithmetisch mittleren Durchmesser.

Beispiel: Nach Muster 1 sind Eichen vorhanden:

a	=	4	Stämme von	d	= 26	Centimeter,
a_1	=	9	„ „	d_1	= 28	„
a_2	=	34	„ „	d_2	= 30	„
a_3	=	103	„ „	d_3	= 32	„
a_4	=	95	„ „	d_4	= 34	„
a_5	=	72	„ „	d_5	= 36	„
a_6	=	43	„ „	d_6	= 38	„

daher der mittlere Durchmesser nach obiger Formel:

$$D = \frac{4 \cdot 26 + 9 \cdot 28 + 34 \cdot 30 + 103 \cdot 32 + 95 \cdot 34 + 72 \cdot 36 + 43 \cdot 38}{4 + 9 + 34 + 103 + 95 + 72 + 43}$$

$$= \frac{4984}{360} = 33{,}6 \text{ cm}$$

und der mittlere Umfang = 33,6 × 3,14 = 105,5 cm.

Wie schon G. Heyer*) nachgewiesen hat, ist das zweite Verfahren nicht ganz richtig und liefert immer etwas kleinere Resultate, so zwar, daß die Differenz um so größer wird, je weiter die Durchmesserstufen von einander entfernt liegen. Übrigens folgt die Fehlerhaftigkeit dieser Methode schon aus dem Umstande, daß das Volumen eines Umdrehungskörpers keine Funktion des Durchmessers, sondern des Quadrates desselben ist.

Noch kleiner und fehlerhafter fällt aber der mittlere Durchmesser aus, wenn man kurzer Hand die vorhandenen Stärkestufen addiert und durch die Anzahl derselben dividiert, d. h. kurzweg das arithmetische Mittel aus den vorkommenden Durchmessern nimmt.

Hiernach wäre der mittlere Durchmesser der 26 bis 38 cm starken Eichen in Muster 1:

$$D = \frac{26 + 28 + 30 + 32 + 34 + 36 + 38}{7} = \frac{224}{7} = 32 \text{ cm, daher}$$

um 33,8—32 = 1,8 cm zu klein.

*) Dr. G. Heyer über die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände, Seite 63 und 64, Dessau 1852.

Die Stärke des wahren mittleren Modellstammes wird daher nur nach dem ersten Verfahren richtig gefunden, die beiden anderen sind dagegen, wenn es sich um ein besseres Resultat handelt, verwerflich.

b. Die Auswahl, Fällung und Massenermittlung des mittleren Modellstammes. Nachdem die Stärke des mittleren Modellstammes für jede bei der Bestandesaufnahme besonders ausgeschiedenen Holzart ermittelt ist, werden von derselben mehrere Exemplare im Bestande ausgewählt, gefällt und kubiert.

Bei der Auswahl der Probestämme ist nicht allein darauf zu sehen, daß dieselben genau den berechneten Durchmesser oder Umfang des Mittelstammes bei 1,3 m über dem Boden besitzen, sondern daß sie auch hinsichtlich der Höhe, der Beastung und Form das Mittel des Bestandes möglichst repräsentieren. Weder Randbäume noch im Bestande verhältnismäßig frei stehende Bäume sollen zu Modellstämmen gewählt werden, ebenso soll der Stamm in Brusthöhe eine möglichst kreisrunde Form haben und sich nicht in zwei oder mehrere Gabeln zerteilen.

Sprechen nicht ganz besondere Gründe dagegen, so fälle man um so mehr eine möglichst große Anzahl Probestämme, als ja die spezielle Holzmassenaufnahme, wenigstens für Taxationszwecke, sich meist nur über die haubaren Bestände erstreckt und daher durch solche Fällungen nur äußerst geringe Zuwachsverluste veranlaßt werden. Jedenfalls fälle man, wenn genaue Resultate beabsichtigt werden, in größeren, weniger gleichmäßigen Beständen (nicht Probeflächen) mindestens 5—10 Stück.

Es kommt vor, daß man von der Stärke des mittleren Modellstammes keinen geeigneten Musterstamm finden kann. In diesem Falle kann man auch einen etwas schwächeren oder stärkeren Stamm auswählen, muß aber dann den Holzgehalt genau auf die berechnete Kreisfläche des Mittelstammes reduzieren und zwar wie folgt: Es sei die Kreisfläche des wahren Mittelstammes G, die etwas größer oder kleiner im Bestande gefundene aber G', der Inhalt dieses Stammes = m', so findet man den Inhalt des eigentlichen Mittelstammes m nach der Proportion:

$G' : G = m' : m$ oder $m = \frac{G \cdot m'}{G'}$.

Beispiel: Es sei $G' = 0{,}246$, $G = 0{,}236$, $m' = 3{,}69$ fm, so ist:

$m = \frac{G \cdot m'}{G'} = \frac{0{,}236 \cdot 3{,}69}{0{,}246} = 3{,}54$ fm.

Was die kubische Berechnung der gefällten Probestämme anbelangt, so geschieht diese ganz nach den bereits gelehrten Regeln der

Kubierung liegender Bäume. Von dem beabsichtigten Grade der Genauigkeit bleibt es abhängig, ob man ein mehr oder minder genaues Verfahren dabei in Anwendung bringen will.

Für gewöhnliche Taxationszwecke dürfte eine Zerlegung der Baumschäfte in 2—3 m lange und der stärkeren Äste in 1 m lange Sektionen genügen; das Reisholz könnte aber in Wellen aufgebunden, das Stockholz nach den üblichen Schichtmaßen aufgesetzt und auf diese Weise veranschlagt werden. Wünscht man jedoch für Stock- und Reisholz noch bessere Resultate, und will man sich nicht mit erfahrungsmäßigen Durchschnittssätzen begnügen, dann müssen die umständlicheren Methoden des § 17 A oder B in Anwendung kommen.

Für wissenschaftliche Untersuchungen mache man die Sektionen 1—2 m lang und wähle überhaupt stets die schärfste Berechnungsmethode.

Eine getrennte Kubieruug jedes einzelnen Probestammes wäre nur dann notwendig, wenn man auch nebenbei die Ermittlung von Formzahlen beabsichtigte. Im anderen Falle wäre aber die getrennte Kubierung nicht einmal praktisch, weil der Wahrscheinlichkeit nach an jedem einzelnen Baume kleinere schwer zu veranschlagende Reis- und Stockholzreste sich ergeben würden, welche, von allen Stämmen zusammen genommen, vielleicht ein Schichtmaß oder Gebund noch ganz oder halb ausfüllen könnten.

Angenommen, man habe von den 1223 Buchen Muster 1 zehn Modellstämme ausgewählt, gefällt, berechnet und die Schaft-, Prügel-Stock- und Reisholzmassen zusammen 12,06 fm erhalten, so wäre der Kubikinhalt des mittleren Modellstammes $\frac{12,1}{10} = 1,21$ fm.

c. Die Berechnung der Bestandesmasse M (z. B. der Buchen in unserem Beispiele) geschieht nun so, daß man den jetzt bekannten Inhalt des mittleren Modellstammes mit der Stammzahl n des Bestandes (hier 1223) multipliziert, es ist nämlich $M = m \cdot n = 1223 \times 1,21 = 1479,83$ fm. Ganz in derselben Weise würde man auch die Eichenholzmasse der 360 Stämme (Muster 1) finden. Beide Summen addiert geben schließlich die Bestandesmasse.

Die Bestandesmasse läßt sich aber auch noch in anderer Weise ausdrücken, wenn man folgende einfache Betrachtung anstellt:

Setzt man die Bestandesmasse = M, die Masse des mittleren Modellstammes = m, die mittlere Bestandeshöhe H, die mittlere Formzahl = f die Kreisflächensumme des Bestandes K und die Kreisfläche des mittleren Modellstammes = k, alsdann ist:

$M = K . H . f$ und $m = k . H . f$, daher auch $H . f = \frac{m}{k}$ und wenn man diesen Wert in $M = K . H . f$ substituiert:

$$M = K . \frac{m}{k} = \frac{K}{k} . m \ldots\ldots 1)$$

Oder noch kürzer: $M = m . n$; da aber $k = \frac{K}{n}$, so ist auch $n = \frac{K}{k}$ und diesen Wert in $M = m . n$ substituiert: $M = \frac{K}{k} . m$; d. h. die Holzmasse des Bestandes wird auch gefunden, wenn man die Kreisflächensumme desselben durch die Kreisfläche des mittleren Modellstammes dividiert und den Quotienten mit der Masse des letzteren multipliziert.

Ebenso findet man, da $n = \frac{K}{k}$ ist, die Stammzahl eines Bestandes durch Division der Kreisflächensumme desselben mit der Kreisfläche seines mittleren Modellstammes.

Verlangt man neben der gesamten Holzmasse des Bestandes auch noch die Sortimentsverhältnisse, dann müssen die Probestämme nach § 19 aufgenommen werden, im Falle man sich nicht mit allgemeinen Erfahrungssätzen zufriedenstellen will. Angenommen, man fände hierbei, daß sich die Sortimente des 1,21 fm haltenden Mittelstammes auf

Scheitholz mit 0,80
Prügelholz „ 0,08
Stockholz „ 0,20
Reisholz „ 0,13
} fm

verteilten, so würden sämtliche Buchen des Bestandes enthalten:

Scheitholz = 1223 × 0,80 = 978,40
Prügelholz = 1223 × 0,08 = 97,84
Stockholz = 1223 × 0,20 = 244,60
Reisholz = 1223 × 0,13 = 158,99
} fm

Summa wie vorhin = 1479,83.

Wäre ferner aus vielen Untersuchungen bekannt, daß im großen Durchschnitt ein Raummeter Buchenholz enthalte:

Scheitholz . . . . . = 0,70
Prügelholz . . . . . = 0,65
Stockholz . . . . . = 0,50
100 Stück Reisholzwellen . = 2,60
} fm.,

so würden obige Sortimente folgende Raummeterzahl ergeben:

$\frac{978{,}40}{0{,}7} = 1397{,}7$ Raummeter Scheitholz,

$\frac{97{,}84}{0{,}65} = 150{,}5$ „ Prügelholz,

$\frac{244{,}60}{0{,}50} = 489{,}2$ „ Stockholz,

$\frac{158{,}99}{2{,}6} = 61{,}15$ Hundert Reisholzwellen.

Da jedoch der Derbholzgehalt eines Raummeters aus den § 22 mitgeteilten Gründen im Einzelfall unter Umständen sehr wechselt, so ist es für Taxationszwecke, im Falle man den Probefällungen einige Ausdehnung geben kann, unter Umständen vorzuziehen, die Probestämme nicht nach Festmetern zu berechnen, sondern sie in den ortsüblichen Schichtmaßen aufzusetzen, und von der Anzahl dieser Maße auf diejenige des ganzen Bestandes zu schließen. Dieses Verfahren zeichnet sich, da bei demselben die Kubierung der Probestämme wegfällt, nicht allein durch große Einfachheit, sondern auch öfter durch größere Richtigkeit aus, weil die meisten Sortimente nicht in Festmetern, sondern in Raummetern abgegeben werden.

Wir werden auf diesen Gegenstand unter C dieses Paragraphen ausführlicher zurückkommen.

Die Kreisflächensumme, der gefundene Durchmesser oder Umfang des mittleren Modellstammes, sowie die Resultate der Probefällung und der Ermittlung der Bestandesmasse lassen sich in dem auf der nächsten Seite folgenden Muster 2 übersichtlich zusammenstellen.

Zur Erklärung des nachstehenden Musters diene folgendes: Die Spalten a, b und c des Musters 2 werden aus Muster 1 übertragen. Die Spalte d entsteht aus b und c unter Anwendung einer Stammklassenkreisflächentabelle oder einer gewöhnlichen Walzentafel; Spalte e ergiebt sich durch Division der Summe von d durch c; f und g lassen sich aus e unmittelbar ableiten; h erhält die Nummer der einzelnen ausgewählten Probestämme von dem mittleren Umfang in f; die Einträge in i, k, l und m enthalten die Massenergebnisse des vorstehenden Probestammes nach Sortimenten, n die gesamte Kubikmasse desselben. Werden nun diese Ergebnisse auf der Horizantalspalte „Summe" addiert und durch die Anzahl Probestämme (hier 10) dividiert, so ergiebt sich der auf der folgenden Horizontalzeile befindliche mittlere Kubikinhalt eines Modellstammes. Multipliziert man schließlich nach und nach diese nach Sortimenten getrennten Zahlen mit der Stammzahl der Holzart (Buchen), so erhält man in den Einträgen der Spalten o, p, q, r und s die ganze Holzmasse.

Will man mit der Bestandesaufnahme noch wissenschaftliche Zwecke verbinden, was, im Falle es die Umstände irgend erlauben, möglichst oft geschehen

Muster 2.

Des Bestandes				Des Modellstammes									Bestandesmasse					
				mittlere (r)				wirklicher Holzgehalt										
Holzart	Stärkestufen in Centimetern	Stammzahl	Kreisflächen-Summe	Kreisfläche	Umfang	Durchmesser	Nummer	Scheitholz	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Summe	Scheitholz	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Summe	Bemerkungen
			qm	qm	in Centmt.			Kubikmeter					Kubikmeter					
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
Buchen	20	8	0,248	—	—	—	1	0,80	0,08	0,20	0,13	1,21						
	22	17	0,646	—	—	—	2	0,83	0,08	0,21	0,13	1,25						
	24	88	3,960	—	—	—	3	0,79	0,07	0,19	0,12	1,17						
	26	163	8,639	—	—	—	4	0,81	0,09	0,21	0,14	1,25						
	28	303	18,786	—	—	—	5	0,82	0,09	0,21	0,13	1,25						
	30	268	19,028	—	—	—	6	0,80	0,08	0,21	0,14	1,23						
	32	196	15,680	—	—	—	7	0,78	0,07	0,18	0,11	1,14						
	34	82	7,462	—	—	—	8	0,77	0,08	0,19	0,14	1,18						
	36	74	7,548	—	—	—	9	0,80	0,08	0,21	0,13	1,22						
	38	24	2,712	—	—	—	10	0,80	0,08	0,19	0,13	1,20						
Summe	—	1223	84,709	0,069	92,9	29,6	—	8,00	0,80	2,00	1,30	12,10						
	Daher mittlerer Inhalt des Modellstammes							0,80	0,08	0,20	0,13	1,21	978,40	97,84	244,60	158,99	1479,83	
Eichen:	(Wird in derselben Weise wie Buchen ausgeführt.)																	

sollte, so kann man in der letzten Spalte noch Bemerkungen über die Stocklänge, die durchschnittliche Höhe und das Alter des Bestandes, über die Baum- und Derbformzahlen der Probestämme u. s. w. beifügen.

B. Die Bestandes-Aufnahme mittelst Fällung von Klassen-Modellstämmen.

Weichen die Stammstärken eines Bestandes schon beträchtlich von einander ab, zeigen sich auch in den Höhen der Stämme schon größere Differenzen, dann ist die richtige Auswahl eines arithmetischen mittleren Modellstammes, welcher das Mittel aller Stämme des Bestandes repräsentieren soll, zweifelhaft und es empfiehlt sich, sämtliche Stärkestufen nicht in eine, sondern in mehrere Stärkeklassen zusammenzuziehen und in jeder derselben einen oder mehrere Probestämme (Klassen-Modellstämme) zu fällen. Man denkt sich dabei den Bestand in einige Teile zerlegt und berechnet jeden derselben für sich. Die hierbei vorkommenden Arbeiten sind folgende:

a. Die Bildung der Stärkeklassen. Die Aufnahme des Bestandes nach Holzarten und Stärkestufen erfolgt nach A Muster 1. Obgleich jede Stärkestufe eine besondere Stärkeklasse für sich bilden könnte, so pflegt man bei diesem Verfahren doch mehrere Stärkestufen in eine Stärkeklasse zu vereinigen. Es erscheint dieses Vorgehen um so gerechtfertigter, als die schwächsten und stärksten Stärkestufen in ziemlich regelmäßigen Beständen meist sehr schwach, oft nur mit 1, 2, 3 oder 4 Stämmen vertreten sind, aus welchen man doch nicht wohl einen oder gar mehrere Probestämme auswählen kann. Überdies pflegen auch in derartigen Fällen die Baumformen erst bei größeren Stärke- resp. Höhendifferenzen sich auffallender zu ändern.

Aus diesen Gründen faßte man seither 5—6 und nach Umständen noch mehr Stärkestufen in eine Stärkeklasse zusammen, und nahm in jeder der so gebildeten Stärkeklasse eine Probefällung vor. Die Frage, wie viel Stärkeklassen man in einem Bestande bilden soll, ist von der Beschaffenheit des Bestandes, dem gewünschten Genauigkeitsgrad, den disponiblen Mitteln, dem Zeitaufwande u. s. w. abhängig. Meistens beschränkte man sich seither auf 3—5 Stärkeklassen und ging dabei von der Ansicht aus, man könne sich in jüngeren gleichbestockten Beständen mit weniger Stärkeklassen als in älteren oder unregelmäßigen begnügen.

b. Die Ermittlung der Stärke des mittleren Modellstammes jeder Stärkeklasse. Die Berechnung der mittleren Kreisfläche einer jeden Stärkeklasse und aus dieser die Ableitung des mittleren Durchmessers des Modellstammes geschieht ganz nach A. a. dieses Paragraphen, nur behandelt man jede Stärkeklasse für sich.

Angenommen man habe in Muster 1 (für Buchen) die Stärkestufen 20, 22, 24 und 26 cm zur I., die Stärkestufen 28, 30 und 32 cm zur II., und die Stärkestufen 34, 36 und 38 cm zu einer III. Stärkeklasse zusammengefaßt und es wäre z. B. die Stärke des mittleren Modellstammes der I. Stärkeklasse zu berechnen, so ermittelt man vorerst die Kreisflächensumme derselben und findet nach jeder beliebigen Kreisflächensummen- oder Walzentafel:

Die Kreisfläche für	8	Stämme	von	20	Centimeter	=	0,251	qm
„ „ „	17	„	„	22	„	=	0,646	„
„ „ „	88	„	„	24	„	=	3,981	„
„ „ „	163	„	„	26	„	=	8,654	„

daher für die I. Stärkeklasse 276 Stämme mit der Kreisfläche = 13,532 qm.

Wird nun die Kreisflächensumme der I. Stärkeklasse durch die Stammzahl derselben dividiert, so ergiebt der Quotient $\frac{13{,}532}{276} = 0{,}049$ qm die Kreisfläche des mittleren Modellstammes, welcher ein mittlerer Durchmesser von 25 und ein mittlerer Umfang von 78,5 cm entspricht.

Ebenso ergiebt sich die Kreisflächensumme der II. Stärkeklasse aus

der Kreisfläche für	303	Stämme	von	28	Centimeter	=	18,658	qm
„ „ „	268	„	„	30	„	=	18,944	„
„ „ „	196	„	„	32	„	=	15,762	„

daher II. Stärkeklasse 767 Stämme mit der Kreisfläche = 53,364 qm

und die Kreisfläche des mittleren Modellstammes = $\frac{53{,}364}{767} = 0{,}069$ qm, welcher ein mittlerer Durchmesser von 29,6 und ein mittlerer Umfang von 92,9 cm entspricht.

Die Kreisflächensumme der III. Stärkeklasse folgt aus

der Kreisfläche für	82	Stämme	von	34	Centimeter	=	7,445	qm
„ „ „	74	„	„	36	„	=	7,532	„
„ „ „	24	„	„	38	„	=	2,722	„

daher III. Stärkeklasse 180 Stämme mit der Kreisfläche = 17,699 qm

und die Kreisfläche des mittleren Modellstammes = $\frac{17{,}699}{180} = 0{,}098$ qm, welcher ein mittlerer Durchmesser von 35,4 und ein mittlerer Umfang von 111,1 cm entspricht.

Kommen in einem Bestande mehrere Holzarten, wie z. B. in Muster 1 noch Eichen vor, so erfolgt die Bildung der Stärkeklassen und die Berechnung des mittleren Modellstammes auf dieselbe Weise. Für die Eichen in Muster 1 würde jedoch die Bildung von nur zwei Stärkeklassen hin-

reichen und es könnten die Stärkestufen von 26, 28, 30 und 32 cm zur I., die Stärkestufen von 34, 36 und 38 cm zur II. Stärkeklasse zusammengezogen werden.

Zur Bildung der Stärkeklassen und zur Berechnung der mittleren Modellstämme kann folgendes Muster 3 verwendet werden, zu welchem wir noch einige erklärende Bemerkungen beifügen: Die Einträge für Spalte a, b und c ergeben sich aus Muster 1. Die Kreisflächensumme jeder Stärkestufe, welche sich mit Hilfe einer Stammklassen-Kreisflächentabelle oder Walzentafel aus den Einträgen in b und c rasch berechnen läßt, wird in Spalte d eingeschrieben. Diejenigen Stärkestufen, welche man in eine Stärkeklasse vereinigen will, faßt man mit einer Klammer zusammen und setzt die Nummer in Spalte e. Werden die zu einer Stärkeklasse vereinigten Stämme aus Spalte c und dann auch die dazu gehörigen Kreisflächen aus d addiert, so ergeben sich die Einträge für Spalte f, beziehungsweise g. Dividiert man alsdann die Kreisflächensumme jeder Stärkeklasse durch die zugehörige Stammzahl derselben, so erhält man den Eintrag für Spalte h, aus welchem sich dann auch die Zahlen in i und k unmittelbar ableiten lassen. In Spalte l schreibt man schließlich noch die Anzahl Probestämme ein, welche man in jeder Stärkeklasse zu fällen beabsichtigt. Die kleinen Abweichungen der Zahlen d dieses Musters, gegenüber den Zahlen in Muster 2, erklären sich aus den hier direkt angewendeten etwas genaueren Seckendorf'schen Tafeln.

Muster 3.

Holzart	Der kluppierten Stämme			Der Stärkeklasse			Des zu jeder Stärkeklasse gehörigen mittleren Modellstammes			Zahl der Probestämme jeder Stärkeklasse
	Stärkestufe in cm	Zahl	Kreisflächensumme in qm	Nr.	Stammzahl	Kreisfläche in qm	Kreisfläche in qm bei 1,3 m	Durchmesser in cm über dem Boden	Umfang in cm	
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
Buchen	20	8	0,251							
„	22	17	0,646	I.	276	13,532	0,049	25	78,5	3
„	24	88	3,981							
„	26	163	8,654							
„	28	303	18,658							
„	30	268	18,944	II.	767	53,364	0,069	29,6	92,9	5
„	32	196	15,762							
„	34	82	7,445							
„	36	74	7,532	III.	180	17,699	0,098	35,4	111,1	2
„	38	24	2,722							
Summe	—	1223	84,595	—	1223	84,595				
Eichen	(Die Ausfüllung der einzelnen Spalten für jede etwa noch folgende Holzart geschieht in derselben Weise.)									

c. Die Auswahl, Fällung und Berechnung der Probestämme. Nachdem man nach vorstehendem Muster 3 für jede Stärkeklasse die Stärke des mittleren Modellstammes ermittelt, auch die Frage entschieden hat, wie viel Modellstämme in jeder Stärkeklasse gefällt werden sollen, sind letztere in dem Bestande nach dem ihnen bei 1,3 m über dem Boden entsprechenden Durchmesser auf das genaueste auszuwählen, zu fällen und zu kubieren.

Nach dem Beispiele in Muster 3 wären daher

für die I. Stärkeklasse 3 Stämme von je 25 Centim. Durchm.
„ „ II. „ 5 „ „ „ 29,6 „ „
„ „ III. „ 2 „ „ „ 35,4 „ „

zusammen also 10 Probestämme zu wählen, zu fällen und zu kubieren.

Es bedarf wohl kaum noch der Erwähnung, daß auch hier, wie bei dem vorigen Verfahren, nicht allein darauf zu sehen ist, daß die mit möglichst kreisförmigen Querschnitten versehenen Probestämme den richtigen Durchmesser haben, sondern daß sie auch in der Höhe, Form, Beastung u. s. w. das Mittel der betreffenden Stärkeklasse möglichst repräsentiren.

Hinsichtlich der Berechnung des Probeholzes gilt das bereits unter A. b. dieses Paragraphen erwähnte Verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß dasselbe nach Stärkeklassen getrennt aufgenommen und berechnet werden muß.

Angenommen es würden sich hierbei folgende Resultate ergeben:

I. Stärkeklasse.

	Scheitholz fm	Prügelholz fm	Stockholz fm	Reisholz fm
Modellstamm Nr. 1	0,56	0,07	0,08	0,06
„ „ 2	0,58	0,08	0,09	0,07
„ „ 3	0,54	0,06	0,07	0,05
zusammen	1,68	0,21	0,24	0,18

so hätte der wahre Mittelstamm einen Inhalt von:

$\frac{1,68}{3} = 0,56$ Festmeter Scheitholz,

$\frac{0,21}{3} = 0,07$ „ Prügelholz,

$\frac{0,24}{3} = 0,08$ „ Stockholz,

$\frac{0,18}{3} = 0,06$ „ Reisholz,

zusammen = 0,77 Festmeter.

II. Stärkeklasse.

	Scheitholz fm	Prügelholz fm	Stockholz fm	Reisholz fm
Modellstamm Nr. 1	0,93	0,06	0,13	0,08
„ „ 2	0,90	0,06	0,12	0,07
„ „ 3	0,88	0,05	0,11	0,07
„ „ 4	0,95	0,07	0,15	0,09
„ „ 5	0,94	0,06	0,14	0,09
zusammen	4,60	0,30	0,65	0,40

Des mittleren Modellstammes Inhalt wäre hiernach:

$\frac{4,60}{5} = 0,92$ Festmeter Scheitholz,

$\frac{0,30}{5} = 0,06$ „ Prügelholz,

$\frac{0,65}{5} = 0,13$ „ Stockholz,

$\frac{0,40}{5} = 0,08$ „ Reisholz,

zusammen = 1,19 Festmeter.

III. Stärkeklasse.

	Scheitholz fm	Prügelholz fm	Stockholz fm	Reisholz fm
Modellstamm Nr. 1	1,40	0,13	0,18	0,14
„ „ 2	1,48	0,15	0,20	0,16
zusammen	2,88	0,28	0,38	0,30

Des mittleren Modellstammes Inhalt wäre hiernach:

$\frac{2,88}{2} = 1,44$ Festmeter Scheitholz,

$\frac{0,28}{2} = 0,14$ „ Prügelholz,

$\frac{0,38}{2} = 0,19$ „ Stockholz,

$\frac{0,30}{2} = 0,15$ „ Reisholz,

zusammen = 1,92 Festmeter.

Mit den etwa in einem Bestande noch vorkommenden anderen Holzarten wird auf dieselbe Weise verfahren.

Je nach dem Zwecke der Massenaufnahme, wird man auch hier auf die Massenermittlung der Probestämme mehr oder weniger große Sorgfalt

verwenden und sich daher auch in vielen Fällen mit einer Veranschlagung des Reis- und Stockholzes nach konkreten Raummaßen oder selbst nach durchschnittlichen Erfahrungszahlen zufrieden stellen.

Die Kubierung der zu einer Stärkeklasse gehörigen Probestämme kann summarisch geschehen, im Falle man nicht an jedem einzelnen Stamme die verschiedenen Formzahlen ermitteln und für andere Schätzungszwecke u. dgl. aufbewahren will.

d. Die Berechnung der Bestandesmasse geschieht in der Art, daß man den mittleren Kubikinhalt des Probestammes jeder Stärkeklasse mit der Stammzahl der letzteren multipliziert und schließlich alle Produkte addiert. Da im vorliegenden Beispiele 276 Stämme der I., 767 Stämme der II. und 180 Stämme der III. Stärkeklasse zufallen, so liefert die

I. Buchenstärkeklasse:	276 × 0,56	= 154,55	Festmeter	Scheitholz,
	276 × 0,07	= 19,32	„	Prügelholz,
	276 × 0,08	= 22,08	„	Stockholz,
	276 × 0,06	= 16,56	„	Reisholz,
	zusammen	= 212,52	Festmeter.	
II. Buchenstärkeklasse:	767 × 0,92	= 705,64	Festmeter	Scheitholz,
	767 × 0,06	= 46,02	„	Prügelholz,
	767 × 0,13	= 99,71	„	Stockholz,
	767 × 0,08	= 61,36	„	Reisholz,
	zusammen	= 912,73	Festmeter.	
III. Buchenstärkeklasse:	180 × 1,44	= 259,20	Festmeter	Scheitholz,
	180 × 0,14	= 25,20	„	Prügelholz,
	180 × 0,19	= 34,20	„	Stockholz,
	180 × 0,15	= 27,00	„	Reisholz,
	zusammen	= 345,60	Festmeter;	

mithin in der I., II. und III. Stärkeklasse

zusammen = 1470,85 Festmeter.

Werden in derselben Weise bei gemischten Beständen die Berechnungen auch für die übrigen Holzarten ausgeführt, so erhält man schließlich in der Summe der Kubikinhalte der Stärkeklassen sämtlicher Holzarten den Massengehalt des Bestandes.

Setzt man die Holzmasse der einzelnen Stärkeklassen M_1, M_2, M_3 ..., diejenige der einzelnen Klassenmodellstämme m_1, m_2, m_3 ..., die Stammzahlen der einzelnen Stärkeklassen n_1, n_2, n_3 ..., die Kreisflächensummen derselben K_1, K_2, K_3 ... und die Kreisfläche der einzelnen Klassenmodellstämme k_1, k_2, k_3 ..., so ist ganz analog wie in § 41, A. c. auch hier:

$M_1 = m_1 . n_1$, $M_2 = m_2 . n_2$ und $M_3 = m_3 . n_3$, daher auch $M_1 = \frac{K_1}{k_1} . m_1$, $M_2 = \frac{K_2}{k_2} . m_2$ und $M_3 = \frac{K_3}{k_3} . m_3$, daher auch die Bestandesmasse $M = M_1 + M_2 + M_3 = \frac{K_1}{k_1} . m_1 + \frac{K_2}{k_2} . m_2 + \frac{K_3}{k_3} . m_3 + \ldots\ldots$ Wäre nun $\frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2} = \frac{K_3}{k_3} \ldots\ldots$, dann ginge vorstehende Gleichung über in: $M = \frac{K_1}{k_1} (m_1 + m_2 + m_3 \ldots.)$, d. h. man könnte dann die Holzmassen der einzelnen Probestämme gemeinschaftlich kubieren oder aufarbeiten, und würde durch die Multiplikation dieser Summe mit dem Quotienten $\frac{K_1}{k_1}$, die Bestandesmasse erhalten. Da diese Bedingung aber das vorstehende Klassenmodellstamm-Verfahren nicht stellt, so gestattet es auch keine gemeinschaftliche Aufarbeitung resp. Kubierung des Probeholzes sämtlicher Stärkeklassen, diese muß vielmehr für jede einzelne Klasse getrennt vorgenommen werden. Dagegen gestatten, wie sich sogleich ergeben wird, die Methoden von Draudt und Urich eine gemeinschaftliche Behandlung sämtlichen Probeholzes und zeichnen sich daher auch durch größere Einfachheit aus.

Die Ergebnisse der Probestämme und der Massenermittlung des Bestandes finden sich in Muster 4, Seite 310, übersichtlich zusammengestellt und fügen wir demselben noch folgende erklärende Bemerkungen bei: Die Spalte a folgt aus Muster 1, b und c aber aus der Längenmessung und Jahrringszählung der gefällten Probestämme; b und c sind zwar zur Inhaltsbestimmung nicht notwendig, doch können diese Zahlen zu anderen Zwecken, z. B. zur Berechnung von Formzahlen, des Durchschnittszuwachses des Bestandes u. s. w. dienen. Die Einträge in den Spalten d, e und l sind Muster 3 entnommen; f, g, h, i und k enthalten die für jeden Probestamm berechneten Inhalte. Werden diese für jede Stärkeklasse addiert und durch die Anzahl der Probestämme dividiert, so erhält man die auf der Horizontalzeile unter „Summe" stehenden Inhalte der mittleren Modellstämme. Multipliziert man letztere nach Sortimenten getrennte Zahlen mit der dahinterstehenden Stammzahl der Stärkeklasse, so ergeben sich schließlich die Einträge für die Spalten m, n, o, p und q.

C. Das A. Draudt'sche Verfahren.

Dieses vom früheren Großh. hessischen Oberförster, jetzt Ministerialrat in Darmstadt, Dr. Draudt, zuerst mitgeteilte,*) später 1860 in einer besonderen Broschüre**) noch näher begründete und wegen der sinnreichen Auswahl der Probestämme vor anderen Methoden ausgezeichnete

*) Vergleiche Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Aprilheft 1857.

**) Die Ermittlung der Holzmassen von Dr. August Draudt, Gießen, 1860. Verlag von E. Heinemann.

Muster 4.

Holzart	Der Probestämme: ganze Länge (Meter)	Alter (Jahre)	Stärkeklasse	mittlerer Umfang (Centim.)	Kubikinhalt in Festmeter: Scheitholz	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Zusammen	Stammzahl jeder Stärkeklasse	Des Bestandes Masse an (Festmeter): Scheitholz	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Zusammen
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q
Buche	28	95	I.	78,5	0,56	0,07	0,08	0,06	0,77						
"	29	"	"	"	0,58	0,08	0,09	0,07	0,82						
"	28	"	"	"	0,54	0,06	0,07	0,05	0,72						
"				Summe	1,68	0,21	0,24	0 18	2,31						
"	Inhalt d. Mittelstammes				0,56	0,07	0,08	0,06	0,77	176	154,56	19,32	22,08	16,56	212,52
"	30	"	II.	92,9	0,93	0,06	0,13	0,08	1,20						
"	26	"	"	"	0,90	0,06	0,12	0,07	1,15						
"	29	"	"	"	0,88	0,05	0,11	0,07	1,11						
"	28	"	"	"	0,95	0,07	0,15	0,09	1,26						
"	30	"	"	"	0,94	0,06	0,14	0,09	1,23						
"				Summe	4,60	0,30	0,65	0,40	5,95						
"	Inhalt d. Mittelstammes				0,92	0,06	0,13	0,08	1,19	767	705,64	46,02	99,71	61,36	912,73
"	29	"	III.	111,1	1,40	0,13	0,18	0,14	1,85						
"	31	"	"	"	1,48	0,15	0,20	0,16	1,99						
"				Summe	2,88	0,28	0,38	0,30	3,84						
"	Inhalt d. Mittelstammes				1,44	0,14	0,19	0,15	1,92	180	259,20	25,20	34,20	27,00	345,60
"					Summe für Buchen:						1119,40	90,54	155,99	104,92	1470,85

(Ebenso für Eichen oder sonstige Holzarten.)

Verfahren, ist sehr einfach und liefert vorzügliche Resultate. Es empfiehlt sich namentlich bei größeren Bestandesaufnahmen für wirtschaftliche Zwecke und wenn eine möglichst genaue Angabe der Sortimente gewünscht wird.

Die mit diesem Verfahren verbundenen Arbeiten sind folgende:

a. Die Ermittlung der Stammzahlen und Kreisflächen der Holzbestände. Die Aufnahme der Stammzahlen nach Stärkestufen geschieht ganz nach der in § 40 beschriebenen Weise unter Benutzung des Musters 1. Die Berechnung der Kreisflächensumme des Bestandes, 1,3 m über der Erde und getrennt nach Holzarten, geschieht nach A. a dieses Paragraphen, nur mit dem Unterschiede, daß dieselbe zweckmäßig noch auf Muster 1 vorgenommen wird. Zu diesem Behufe ist in Muster 1 hinter der Spalte „Stammzahl" noch die Spalte „Kreisflächensumme 1,3 m über dem Boden in Quadratmetern" einzuschalten. Die übrigen Rubriken bleiben ungeändert. Die Kreisflächen aller Stärkestufen werden addiert und ihre Summen, in Mischbeständen getrennt nach Holzarten, neben der Stammzahlsumme eingeschrieben. Sämtliche Querflächen der Bäume, bezogen auf 1,3 m vom Boden, bilden die Kreisflächensumme des Bestandes.

b. Die Auswahl der Probestämme und Ermittlung ihrer Kreisflächen. Bei der Auswahl der Probestämme geht Draudt von der Ansicht aus, daß in einzelnen mittleren Modellstämmen, namentlich bei etwas ungleichmäßigen Beständen, sich nur selten die wirkliche Durchschnittsgröße der Bäume des Bestandes repräsentiert finde, und daß eine möglichste Ausgleichung dieser Unsicherheiten nur durch Verstärkung der Probefällungen aus verschiedenen Stärkestufen erreichbar wäre. Obgleich sich für den Grad der Ausdehnung der Probefällungen keine bestimmte Zahl angeben läßt, so soll letztere doch nicht unnötiger Weise beschränkt werden. Jedenfalls sollen die Probestämme, im Falle man eine Aufarbeitung derselben in ortsübliche Verkaufsmaße beabsichtigt, einige volle Maße der wertvolleren Sortimente liefern. Draudt wählt in jeder stärker vertretenen Stärkestufe einen oder selbst mehrere Probestämme aus und bestimmt die Zahl derselben auf folgende zwei Arten:

Ist die Stammzahl des Bestandes Z, diejenige der zu fällenden Probestämme z, so liefert der Quotient $\frac{z}{Z}$ den Prozentsatz (o, op), mit welchem man die Stammzahl jeder Stärkestufe multiplizieren muß, um die Zahl der in jeder derselben zu fällenden Probestämme zu erhalten. Wollte man z. B. von den 1223 Stämmen in Muster 1 (Seite 286) 12 Probestämme fällen, so wäre der Prozentsatz $\frac{12}{1223} = 0{,}0098$ oder

nahezu 1 Prozent, d. h. es käme auf ca. 100 Stämme des Bestandes 1 Probestamm.

Zieht man es jedoch vor, nicht die Stammzahl, sondern den Prozentsatz der Probestämme zuerst zu bestimmen, welcher, wie sich später ergeben wird, zugleich der Prozentsatz der Holzmasse ist, so werden die Stammzahlen der einzelnen Stärkestufen kurzer Hand mit diesem Prozentsatze multipliziert und Bruchteile von Probestämmen abgerundet. Hätte man sich z. B. dahin entschieden, von den 1223 Buchen in Muster 1 ein Prozent (= 0,01) Probestämme zu fällen, so wären für die verschiedenen Stärkestufen folgende Modellstämme auszuwählen:

Auf die	8	Stämme	der	Stärkestufe	20	Centim.	kommen	$8 \times 0{,}01 = 0{,}08$		
„ „	17	„	„	„	22	„	„	$17 \times 0{,}01 = 0{,}17$		
„ „	88	„	„	„	24	„	„	$88 \times 0{,}01 = 0{,}88$		
„ „	163	„	„	„	26	„	„	$163 \times 0{,}01 = 1{,}63$		
„ „	303	„	„	„	28	„	„	$303 \times 0{,}01 = 3{,}03$		
„ „	268	„	„	„	30	„	„	$268 \times 0{,}01 = 2{,}67$		
„ „	196	„	„	„	32	„	„	$196 \times 0{,}01 = 1{,}06$		
„ „	82	„	„	„	34	„	„	$82 \times 0{,}01 = 0{,}82$		
„ „	74	„	„	„	36	„	„	$74 \times 0{,}01 = 0{,}74$		
„ „	23	„	„	„	38	„	„	$24 \times 0{,}01 = 0{,}24$		
							zusammen auf	1223	Stämme = 12,23	Probestämme.

Hieraus ist ersichtlich, daß für die Stärkestufen von 20, 22 und 38 cm nur kleine Bruchteile eines Stammes zu fällen wären, weil erstere in dem Bestande nur sehr schwach vertreten sind. Man läßt deshalb so kleine Bruchteile unberücksichtigt, rundet aber die größeren Bruchteile 0,88; 1,63; 2,68; 0,82 u. s. w. der einzelnen Stärkestufen in der Art auf ganze Zahlen ab, daß entfallen:

auf die	Stärkestufe	von	20	Centim.	kein	Probestamm.
„ „	„	„	22	„	„	„
„ „	„	„	24	„	1	„
„ „	„	„	26	„	2	Probestämme.
„ „	„	„	28	„	3	„
„ „	„	„	30	„	3	„
„ „	„	„	32	„	2	„
„ „	„	„	34	„	1	Probestamm.
„ „	„	„	36	„	1	„
„ „	„	„	38	„	kein	„

Im Ganzen werden von 1223 Stämmen 13 Probestämme ausgewählt. Die so auf die einzelnen Stärkestufen kommenden Probestämme

stehen dann, abgesehen von den kleinen Abrundungen von keiner praktischen Bedeutung, in demselben Verhältnis, wie die Stammzahlen der gleichnamigen Stärkestufen im ganzen aufgenommenen Bestande. Finden sich in einem Bestande einige Stärkestufen, welche keinen ganzen Probestamm liefern, ein Fall, der meist in den weniger stark vertretenen schwächeren und stärkeren Stammklassen vorkommt, so vereinigt man, je nach der Größe dieser Bruchteile, mehrere Stärkestufen in eine Stärkeklasse und wählt in dieser durch Schätzung noch einen Stamm mittlerer Stärke als Probestamm aus.

Können dieselben Probestämme für mehrere Bestände (Abteilungen) dienen, so stellt man vorher die Stammzahlen für jede Stärkestufe zusammen und berechnet erst dann die Probestämme nach dem gewählten Prozentsatze.

Dies die Grundgedanken, welche bei Auswahl der Probestämme nach diesem Verfahren im allgemeinen einzuhalten sind, obgleich bei außerordentlichen Bestandesverhältnissen noch kleinere Modifikationen eintreten können, welche wir in der bereits berührten Draudt'schen Broschüre nachzulesen bitten. Nur das sei noch bemerkt, daß die Aufhiebe von Schlaggrenzen, Schneißen, Wegen u. s. w., wie sie bei Durchführung von Waldertragsregelungen häufig angeordnet werden, sowie auch die jährlichen Holzhauereien, öfters ein sehr schätzbares Material zur Auswahl von Probestämmen liefern.

Wir hatten Gelegenheit, mehrere Reviere zu vermessen, in ein Schneißensystem einzuteilen, die Holzmassenaufnahme in ersteren durchzuführen und machten hierbei die Erfahrung, daß man, bei sorgfältiger Benutzung des Materials, was sich bei Durchhaunng der Schneißen u. s. w. ergiebt, viele Probefällungen im Bestande selbst ersparen kann. Besonders starke oder schwache Stämme, welche zufällig in die Schneißenrichtung fallen, und welche sich nicht zu Probestämmen eignen, werden hierbei natürlich gänzlich ausgeschlossen.

Die Anzahl der für jede Stärkestufe auszuwählenden Probestämme wird in die erste Spalte des Musters 5, Seite 317, eingeschrieben, mit welchem man sich in den Bestand verfügt, jeden zur Fällung geeigneten Stamm nach zwei auf einander senkrecht stehenden Richtungen 1,3 m über der Erde mißt und die beiden Ergebnisse hinter die gleichstarke Stärkestufe in Spalte c durch zwei Punkte bezeichnet*). Selbstverständlich erhält

*) Statt beide gemessenen Durchmesser einzutragen, kann man dieselben auch gleich in Gedanken addieren, dann durch zwei dividieren und nur das so gewonnene arithmetische Mittel einmal vortragen, man erhält sogar auf diese Art theoretisch etwas genauere Resultate. Da jedoch dieses Mittel öfters nicht auf ganze Centimeter aufgeht, die Differenz bei Abstufungen von Centimeter zu Centimeter auch ohne Belang ist, so geben wir dem obigen Verfahren den Vorzug.

man durch diesen doppelten Eintrag auch die doppelte Anzahl Punkte (Stämme) und auch die doppelte Kreisflächensumme der Probestämme, welche schließlich durch 2 dividiert werden muß, wie dies aus Spalte c und d hervorgeht. Obgleich der Bestand nach Stärkeabstufungen von 2 zu 2 Centimeter aufgenommen wird, so ist bei der Auswahl der Probestämme doch eine Abstufung von 1 zu 1 Centimeter nicht nur gestattet, sondern erwünscht.

Wäre z. B. ein Probestamm von 26 cm auszuwählen, so kann man auch einen solchen nehmen, der nach der einen Seite 25 und nach der anderen Seite 27 cm mißt, wie dies auch aus Spalte c des Musters 5 hervorgeht. Lassen sich Stämme finden, welche ganz walzenförmig sind, nach beiden Seiten daher den gleichen Durchmesser haben, so wird man solchen natürlich den Vorzug geben.

Bei der Auswahl und Bezeichnung der Probestämme ist es nicht nötig, eine Stärkestufe nach der anderen vorzunehmen, sondern man wählt und mißt die Stämme, wie sie im Bestande gerade vorkommen, macht nur bei der entsprechenden Stärkestufe den richtigen Punkt und sieht ferner zu, daß man von jeder Stärkestufe nicht mehr Stämme wählt, als vorgesehen sind.

Hat man für die 13 Probestämme, welche zur Berechnung der 1223 Buchen in Muster 1 dienen sollen, bei doppeltem Eintrag der Durchmesser, folgende Dimensionen ausgewählt, so ergiebt sich die nachstehende doppelte Kreisflächensumme der Probestämme:

2	Stück	von	24	Centim.	Durchmesser	und	0,090	qm	Kreisfläche
1	„	„	25	„	„	„	0,049	„	„
2	„	„	26	„	„	„	0,106	„	„
2	„	„	27	„	„	„	0,115	„	„
4	„	„	28	„	„	„	0,246	„	„
2	„	„	29	„	„	„	0,132	„	„
4	„	„	30	„	„	„	0,283	„	„
2	„	„	31	„	„	„	0,151	„	„
2	„	„	32	„	„	„	0,161	„	„
1	„	„	33	„	„	„	0,086	„	„
1	„	„	34	„	„	„	0,091	„	„
1	„	„	35	„	„	„	0,096	„	„
2	„	„	36	„	„	„	0,204	„	„
26	. . . . .	Doppelte Summe	. . . . .				1,810	qm	Kreisfläche
13	. . . . .	Einfache Summe	. . . . .				0,905	„	„

Nachdem die im Bestande ausgewählten Probestämme mit ihren wirklichen Dimensionen in Muster 5 Spalte c eingetragenen und summiert sind, ermittelt man in Spalte d in bekannter Weise die Kreisflächensumme sämtlicher Probestämme und findet dieselbe, 0,905 qm.

c. Die Aufnahme des Probeholzes. Draudt geht hierbei von der Ansicht aus, daß bei der Holzmassenermittlung für die verschiedenen Fälle forstlicher Praxis die genaue Aufnahme jedes einzelnen Probestammes durch Zerlegung in Sektionen und kubische Berechnung der verschiedenen Sortimente zu umständlich und zeitraubend sei; daß es sich dagegen mehr empfehle, die ausgewählten und gefällten Stämme alsbald gemeinschaftlich in die ortsüblichen Verkaufsmaße aufarbeiten zu lassen, weil ja ohnehin, namentlich im Laubholz, das meiste Holz nicht in Festmetern, sondern in Raummetern und Wellen abgesetzt würde und es daher vorzugsweise auf genaue Kenntniß der letzteren ankomme.

Diese Ansicht ist gewiß richtig und beachtenswerth, denn wenn man auch für den Festgehalt des geschichteten Holzes durchschnittliche Reduktionszahlen annimmt, so können diese, auf einzelne Fälle angewendet, begreiflicherweise doch nicht immer zutreffen und es ist einleuchtend, daß ein Fehler begangen wird, wenn man den in Festmetern berechneten Massenetat nach diesen mittleren Reduktionszahlen in Raummeter verwandelt, bei den späteren Fällungen aber in die Schichtmaße nicht genau so viel Holz einsetzt, als den in Anwendung gekommenen Reduktionszahlen entspricht.

Es ist weiter klar, daß diese Fehler sehr vermindert, wenn nicht ganz zum Verschwinden gebracht werden können, wenn man die Probestämme, wie es Draudt verschlägt, nicht kubisch berechnet, sondern genau nach den für den gewöhnlichen Holzhauereibetrieb vorgeschriebenen Instruktionen aufarbeiten läßt. Es versteht sich von selbst, daß, wenn unter den Probestämmen ein Schaft ist, welcher sich zu Nutzholz eignet, derselbe auch als solcher ausgemessen und wie ein gewöhnlicher Baumstamm berechnet wird.

Man wundert sich öfters darüber, wie bei Anwendung aller Sorgfalt bei der Bestandesschätzung das Taxationsresultat nicht immer mit dem wirklichen Fällungsergebnis übereinstimmt; ist auch nicht selten geneigt, den Taxator oder die Taxationsmethoden deshalb verantwortlich zu machen, während doch, wie aus obiger Betrachtung hervorgeht, die Ursachen dieser Erscheinung häufig in einer unzweckmäßigen Aufarbeitung des Probeholzes und in allgemeinen Reduktionszahlen liegen, welche unmöglich für jeden Einzelfall passen können.

Die Probeholzfällung muß, wie erwähnt, bei diesem Verfahren mindestens so groß sein, daß einige Schichtmaße (Raummeter) vollständig

damit gefüllt werden; etwa bleibende Reste werden wie bei dem Holzhauereibetriebe nach Sortimenten getrennt aufgesetzt und besonders berechnet. Überhaupt ist wenig Grund vorhanden, die Probefällungen zu sehr einzuengen, namentlich wenn man bedenkt, daß der Taxator hierdurch kaum erleichtert wird. Da sich ferner Holzmassenaufnahmen für wirtschaftliche Bedürfnisse meist nur auf die der nächsten oder zweiten Abtriebsperiode zufallenden Bestände ausdehnen, so ist auch der mit einer verstärkten Probefällung zu fürchtende Zuwachsverlust gar nicht in Anschlag zu bringen, werden ja doch jährlich in einem Reviere Tausende Stämme zur Erfüllung des Fällungsetats gefällt. Die Aufarbeitung der Probestämme können die Holzhauer um den gewöhnlichen Lohn übernehmen, die Hilfsarbeiter, welche bei Anwendung einer anderen Kubierungsmethode vielleicht nötig gewesen wären, fallen hier gänzlich weg.

Es schließt jedoch das Draudt'sche Verfahren, wie schon irrtümlich behauptet wurde, die Aufnahme und Ermittlung der Sortimentsverhältnisse der Probestämme nach dem Sektionsverfahren keineswegs aus, man wird sogar zu letzterem greifen, im Falle man in der Fällung von Probestämmen beengt sein sollte.

Die Ergebnisse des Probeholzes können im nachstehenden Muster 5 übersichtlich zusammengestellt werden. Zur Erklärung mögen folgende Bemerkungen dienen: Die Entstehung der Zahlen in den Spalten a, b, c, d, g bis n ist für sich klar. Die Spalten e und f sind an und für sich zur Massenermittlung nicht nötig, doch ist es für andere Zwecke interressant, die Längen der gefällten Stämme, wenn auch nicht für alle, aufzunotieren und auch die Jahrringe abzuzählen und in die Spalten e und f, wie geschehen, einzutragen. Die Reduktion der in Raummetern und Wellen ausgedrückten Sortimente in Festmeter geschieht, wenn es gewünscht wird, nach bekannten Reduktionszahlen, die bei Buchenscheitholz vielleicht 0,70, bei Prügelholz 0,65, bei Stockholz 0,50 und bei 100 Wellen durchschnittlich 2,5 betragen können, und durch die dirigierenden Forstbehörden festgestellt werden.

d. Die Berechnnng der Holzbestandsmasse. Sie geschieht auch hier getrennt nach Holzarten und Sortimenten und gründet sich, weil die ausgewählten Probestämme gewissermaßen als das Modell des Bestandes betrachtet werden können, auf den deshalb statthaften einfachen Schluß: so oftmal die Kreisflächensumme der Probestämme in der Kreisflächensumme des ganzen Bestandes enthalten ist, so oftmal wird auch die Holzmasse der Probestämme in der Bestandesmasse enthalten sein.

Bezeichnet man daher die Kreisflächensumme z. B. aller 1223 Buchen mit K, nach Muster 3 Seite 305 = 84,595 qm die Kreisflächensumme der Probestämme in Muster 5 mit k = 0,905 qm, ferner die Holzmasse

Muster 5.

Auszuwählende Probestämme	Durchmesser bei 1,3 m vom Boden	Zahl der ausgewählten Probestämme doppelt gemessen	Kreisflächen	Stammhöhe	Alter	Der Probestämme Holzmassenergebnis: Bau-, Werkholz u. s. w. Durchm.	Länge	Inhalt	Brennholz: Scheitholz	Prügelholz	Stockholz	Reisholz	Reduktion: der Sortimente	in Festmeter
	Centim.		qm	Meter	Jahre	Centim.	Meter	Festmet.	Raummeter			Wellen		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p
	23					I. Buchen.								
1	24	.. 2	0,090	28	95									
	25	. 1	0,049	29	93	31	7	0,53	6	1	3	75		
2	26	.. 2	0,106	28	94	33	5	0,43	2		1		Bauholz	0,96
	27	.. 2	0,115	28	90				2					
3	28	 4	0,246	27	89				1				Scheitholz	8,12
	29	.. 2	0,132	28	92									
3	30	 4	0,283	28	90									
	31	.. 2	0,151	29	96								Prügelholz	1,17
2	32	.. 2	0,161	28	93									
	33	. 1	0,086	28	97								Stockholz	2,00
1	34	. 1	0,091	29	94									
	35	. 1	0,096	28	92								Reisholz	1,87
1	36	.. 2	0,204	28										
	Doppelt:	26	1,810						Rest v. 1 × 1 × 0,6 = 0,6	Rest von 1 × 1 × 0,8				
13	Einfach:	13	0,905	28	93	—	—	0,96	11,60	1,80	4,00	75		14,12

II. Eichen.

(Für die etwa noch vorkommenden anderen Holzarten erfolgt die Ausführung in derselben Weise.)

der Probestämme Seite 317, mit m = 14,12 Festmeter und diejenige der 1223 Buchen mit M, so besteht die Proportion:

$$k : K = m : M, \text{ daraus}$$

$$M = \frac{K}{k} \times m = \frac{84{,}595}{0{,}905} \times 14{,}12 = 93{,}48 \times 14{,}12 =$$

$$= 1319{,}94 \text{ Festmeter.}$$

Hieraus folgt, daß man nur den Quotienten $\frac{K}{k}$ mit dem Ergebnis m der Probefällung zu multiplizieren braucht, um die Holzmasse des Bestandes, oder, beim Vorhandensein mehrerer Holzarten, die der betreffenden Holzart zu erhalten.

Werden, was ja in der Regel der Fall sein wird, auch die Massen der einzelnen Sortimente gewünscht, so bleibt obige Proportion natürlich dieselbe, nur wird alsdann das Kreisflächenverhältnis $\frac{K}{k}$ immer mit dem Ergebnisse der Probefällungen jedes einzelnen Sortimentes multipliziert. Unter Benutzung der Ergebnisse in Muster 5 erhält man auf diese Art:

Bauholz	= 93,48	×	0,96	= 89,74	Festmeter,
Scheitholz	= 93,48	×	11,6	= 1084,37	}
Prügelholz	= 93,48	×	1,8	= 168,26	} Raummeter,
Stockholz	= 93,48	×	4	= 373,92	}
Reisholz	= 93,48	×	75	= 7011	Wellen;

oder auch:

Bauholz	= 93,48	×	0,96	= 89,74	}
Scheitholz	= 93,48	×	8,12	= 759,06	}
Prügelholz	= 93,48	×	1,17	= 109,37	} Festmeter.
Stockholz	= 93,48	×	2,0	= 186,96	}
Reisholz	= 93,48	×	1,87	= 174,81	}
	Summa wie oben			= 1319,94	}

Ganz in derselben Weise wird die Massenberechnung für andere etwa in dem Bestande noch ausgeschiedene Holzarten durchgeführt.

Die Resultate der Holzmassenaufnahme ganzer Abteilungen oder Distrikte eines Waldes stellt Draudt schließlich in ein Muster zusammen, welchem er noch Rubriken über das durchschnittliche Alter, die durchschnittliche Höhe und die Fläche des Bestandes, sowie über den Quotienten $\frac{K}{k}$ und den jährlichen Durchschnittszuwachs pro Hektar beifügt.

e. Theoretische Begründung des Verfahrens. Die unter a—d angestellten Betrachtungen lassen sich in folgendem Satze zusammenfassen: Das Prinzip der Draudt'schen Methode besteht darin, daß man von jeder Stärkestufe den gleichen Prozentsatz Probestämme auswählt und dann den Kubikinhalt des Bestandes durch Multiplikation des Ergebnisses m der gemeinschaftlich aufgearbeiteten Probestämme mit dem Quotienten $\frac{K}{k}$ findet, wie er sich durch Division der Kreisflächensumme der Probestämme k in diejenige des Bestandes K ergiebt. Es finden sich daher in der Draudtschen Methode die Vorzüge der unter A und B beschriebenen Verfahren in einer Weise vereinigt, wie man sie sich nicht einfacher denken kann. Draudt lieferte 1857 daher auch keinen mathematischen Beweis für die Richtigkeit seines Verfahrens, sondern ging einfach von der Betrachtung aus, „daß man unfehlbar richtig kalkulieren müßte, wenn man genau die Hälfte der Stammzahlen jeder Durchmesserklasse zusammen aufbereiten ließe, und von diesem Ergebnis auf eine ganz gleiche Ausbeute an Holzmassen und Sortimenten von der andern Hälfte rechnen würde. Wenn aber dies von der Hälfte richtig ist, was doch niemand bestreiten wird (so schließt Draudt weiter), so muß es auch von $^1/_4$, $^1/_8$ oder von jedem andern beliebigen Bruchteile gestattet sein, einen gleichen Schluß je nach Maßgabe des unterstellten Prozentsatzes zu ziehen".

„Wenn die Zahl der Probestämme nach einem konstanten Prozentsatze für jede Durchmesserklasse berechnet ist, so stehen die Probestämme alsdann unter sich in demselben geometrischen Verhältnisse, wie die Gesamtzahlen der betreffenden Klassen des ganzen Bestandes."

Draudt glaubte sich bei der ersten Veröffentlichung seines Verfahrens 1857 auf diese wenigen Betrachtungen beschränken zu können; da jedoch die Methode später von E. Heyer angegriffen wurde*), so lieferte Draudt in seiner mehrerwähnten Schrift 1860 noch den mathematischen Beweis für die Richtigkeit derselben. Der Vollständigkeit halber lassen wir den Beweis hier in Kürze folgen.

Ist die Holzmasse des Bestandes = M, die Kreisflächensumme desselben = K, diejenige der Probestämme = k und deren Holzmasse = m, so ist:

$$M = \frac{K}{k} \times m \ldots\ldots 1).$$

*) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung von 1860: Über die Berechnung der Holzmassen verschiedenaltriger und gemischter Bestände; sodann Dr. E. Heyer: Zur Holzmassen-Ermittlung, Bonitierung und Kritik der Taxationsmethoden. Gießen 1861.

Nimmt man aber an, wie bei Verfahren B dieses Paragraphen, die Probestämme jeder Stärkeklasse würden für sich aufbereitet und die Kreisflächensumme der 1., 2.....nten Stärkeklassen seien K_1, K_2.... K_n, diejenige der zugehörigen Probestämme aber k_1, k_2.... k_n und die Massen eben derselben m_1, m_2.... m_n, die Massen der einzelnen Stärkeklassen M_1, M_2.... M_n, so ist die Holzmasse

der 1ten Stärkeklasse: $M_1 = \frac{K_1}{k_1} \times m_1$, desgleichen

„ 2ten „ $M_2 = \frac{K_2}{k_2} \times m_2$ und

„ nten „ $M_n = \frac{K_n}{k_n} \times m_n$, d. h.

es muß unter Voraussetzung der (weit umständlicheren) getrennten Aufbereitung des Probeholzes sein:

$$M = M_1 + M_2 + ... M_n =$$
$$= \frac{K_1}{k_1} \times m_1 + \frac{K_2}{k_2} \times m_2 + ... \frac{K_n}{k_n} \times m_n.$$

Ist nun das Draudtsche Verfahren richtig, d. h. gestattet dasselbe unter allen Umständen ein gemeinschaftliches Aufbereiten des Probeholzes, dann muß sein:

$$M = \frac{K}{k} \times m = \frac{K_1}{k_1} \times m_1 + \frac{K_2}{k_2} \times m_2 + ... \frac{K_n}{k_n} \times m_n \quad .... \quad 2).$$

Diese Gleichung findet offenbar nur unter der Bedingung statt, daß die Verhältnisse $K_1 : k_1$, $K_2 : k_2$, $K_n : k_n$ einander gleich sind, d. h. $\frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2} = ... \frac{K_n}{k_n}$ ist.

Das Vorhandensein dieser Bedingung läßt sich nun leicht wie folgt nachweisen: Die Stammzahl des Bestandes sei Z, die Zahl der Probestämme des Bestandes z. Da in jeder Stärkestufe ein gleicher Prozentsatz von Probestämmen gewählt wird und Z_1, Z_2.... Z_n die Stammzahl jeder Stärkestufe, z_1, z_2 .... z_n die Zahl der zugehörigen Probestämme bezeichnen mag, so muß offenbar sein:

$$Z : z = Z_1 : z_1 = Z_2 : z_2 = ... Z_n : z_n \quad .... \quad 3).$$

Ist ferner $\mathfrak{K}_1$ die Kreisfläche eines Stammes der ersten Stärkestufe, so ist auch

$$K_1 = \mathfrak{K}_1 \times Z_1,$$

d. h. die Kreisflächensumme dieser Stärkestufe ist gleich der Kreisfläche eines Stammes multipliziert mit der Stammzahl dieser Stufe. Aus dem-

selben Grunde ist aber dann auch $k_1 = \mathfrak{K}_1 \times z_1$ und wenn man die beiden letzten Gleichungen in Relation bringt:

$$K_1 : k_1 = \mathfrak{K}_1 . Z_1 : \mathfrak{K}_1 . z_1 = Z_1 : z_1.$$

Ganz in derselben Weise wird bewiesen, daß

$$K : k = Z : z;\ K_2 : k_2 = Z_2 : z_2 \ldots . K_n : k_n = Z_n : z_n.$$

Setzt man endlich statt $Z : z = Z_1 : z_1 = Z_2 : z_2 \ldots = Z_n : z_n$ die gleichwertigen Verhältnisse $K : k$; $K_1 : k_1 \ldots . K_n : k_n$ in Gleichung 3), so geht diese über in:

$$\frac{K}{k} = \frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2} \ldots . = \frac{K_n}{k_n}.$$

Werden diese gleichen Verhältnisse endlich in Gleichung 2) eingeführt, so ist:

$$M = \frac{K_1}{k_1} \times m_1 + \frac{K_2}{k_2} \times m_2 + \ldots . \frac{K_n}{k_n} \times m_n$$

$$= \frac{K}{k} (m_1 + m_2 + \ldots . m_n) \text{ und}$$

da $m = m_1 + m_2 + \ldots . m_n$ ist, so folgt schließlich:

$$M = \frac{K}{k} \times m,$$

d. h. das Draudtsche Verfahren gestattet das gemeinschaftliche Aufarbeiten der Probestämme und hat deshalb, den bereits beschriebenen Methoden gegenüber, den Vorzug großer Einfachheit*). Überall, wo es sich nur um einmalige Aufnahme größerer Bestände handelt, und Probestämme reichlich gefällt werden dürfen, verdient das Verfahren daher die volle Beachtung der Praktiker.

Wir haben nach dem Draudtschen Verfahren in den letzten 30 Jahren in einer ganzen Reihe von Revieren die Holzmassenaufnahmen gemacht und bei reichlicher Auswahl von Probestämmen stets recht befriedigende Resultate erhalten. Auch bei der Anlage von hunderten Ertrags- und Durchforstungsversuchsflächen in Württemberg bedienten wir uns bei der ersten Aufnahme in jüngeren Beständen mit bestem Erfolge der Draudtschen Methode.

Sind jedoch die Versuchsflächen (resp. Probeflächen der Bestände) klein und stammarm, dann kommt es häufig vor, daß sich in allen Stärkestufen nur Bruchteile von Probestämmen berechnen, so daß man verschiedene Stärkestufen zu einer Probestammklasse vereinigen und aus dieser den Mittelstamm ableiten muß, was ohne Rechnung nicht wohl angeht. In solchen Fällen ist dann die nachstehende Urichsche Methode mehr am Platze.

*) Eine weitere Beweisführung liefert Professor M. Kunze im Tharander Jahrbuch, Band 36, Heft I.

Ferner haben wir die Wahrnehmung gemacht, daß es schon bei der zweiten, noch mehr aber bei der dritten und vierten Aufnahme ständiger Versuchsflächen oft recht schwer fällt, auf den gleich behandelten Isolierstreifen noch die erforderliche Anzahl und Qualität von Probestämmen zu finden, wie es die Draudtsche Methode erfordert. Wir haben deshalb bei derartigen Aufnahmen in letzter Zeit das Fällen von Probestämmen möglichst zu umgehen gesucht, dafür aber die Berechnung nach Formzahlen und Massentafeln eingeführt, welche Methode überhaupt von der Zeit an die herrschende werden dürfte, als wir im Besitze zureichender Massentafeln und Formzahlübersichten sind.

Endlich ist der Draudtsche Satz anfechtbar — daß, wenn 50% Probestämme einer Stärkestufe genau die Hälfte der Holzmasse der letzteren liefern, auch z. B. 1% Probestämme genau 1% der Holzmassen ergeben müßten. Hätten alle Bäume gleicher Stärke in einem Bestande genau dieselbe Holzmasse, dann wäre der Satz nicht zu beanstanden; da aber solches nicht der Fall ist, so lassen sich Fehler nur durch verstärkte Probefällungen befriedigend ausgleichen, oder man muß, wenn man in der Probestammfällung beengt ist, zu einem anderen Verfahren greifen.

D. Das K. Urich'sche Verfahren.

Wie wir soeben gesehen haben, gebührt Draudt das Verdienst, zuerst den Beweis geliefert zu haben, daß man sämtliche Probestämme eines Bestandes gemeinschaftlich kubieren oder aufarbeiten kann, wenn in jeder Stärkestufe ein gleicher Prozentsatz Probestämme gefällt wird, oder, was dasselbe ist, wenn die geometrischen Verhältnisse zwischen der Kreisflächensumme der einzelnen Stärkestufen und den zugehörigen Probestämmen in allen Stärkestufen einander gleich sind, d. h. wenn $\frac{K}{k} = \frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2}$ .... $= \frac{K_n}{k_n}$ ist.

Zugleich hat sich aber auch ergeben, daß, wenn man die Stammzahl jeder Stärkestufe mit dem gewählten Prozentsatze 0,op multipliziert, um die Zahl der in jeder Stärkestufe zu fällenden Probestämme zu erhalten, in der Regel kleinere oder größere Bruchteile von Probestämmen entstehen, die im Falle sie kleiner als 0,5 sind, vernachlässigt, wenn sie aber mehr als 0,5 betragen, als ein ganzer Probestamm gerechnet werden sollen. Hierdurch entstehen selbstverständlich kleinere Ungenauigkeiten, die bewirken, daß die soeben berührten Verhältnisse nicht mehr vollständig einander gleich sind, das Verfahren daher auch in seiner theoretischen Richtigkeit etwas verlieren muß. Obgleich nun Draudt wiederholt darauf hinwies*), daß diese Differenzen kaum groß genug seien, um in der

*) Vergl. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1860, 1862 und 1865.

Praxis berücksichtigt zu werden, und daß sie auch in dem Verhältnis schwinden würden, als man die Probefällungen verstärke, so ließ er es doch auch nicht an Vorschlägen fehlen*), welche auch diese kleinen Ausstellungen noch beseitigen sollten, im Falle man der Einfachheit des Verfahrens einige Opfer an Zeit und Mühe bringen wolle.

Trotzdem wird es nicht geleugnet werden können, daß das Draudtsche Verfahren dann Schwierigkeiten bereiten kann, wenn es sich um die Massenermittlung kleiner Bestände, mit weit auseinander gehenden Stärkestufen oder um die Aufnahme von Probeflächen handelt, wobei man noch überdies in der Fällung von Probestämmen beschränkt ist. In solchen Lagen kann es vorkommen, daß man bei der Multiplikation der Stammzahl jeder Stärkestufe mit dem gewählten Prozentsatze 0,0p lauter Bruchteile von Probestämmen erhält, eine genaue Bestimmung der Stärke der auszuwählenden Musterstämme ohne weitere Rechnung daher gar nicht möglich ist.

Dieser Mißstand soll nun durch die Urichsche Methode, welche später als die Draudtsche veröffentlicht wurde**) und offenbar aus letzterer hervorgegangen ist, beseitigt werden. Das Urichsche Verfahren kann insofern als eine verbesserte „Klassenmodellstammmethode" (§ 41 B) bezeichnet werden, als es auch Stärkeklassen bildet, außerdem aber eine gemeinsame Behandlung der Probestämme in Übereinstimmung mit Draudt gestattet, während bei letzterem bei genügender Stammzahl wieder keine Stärkeklassen gebildet werden.

Die Methoden Draudt und Urich stimmen daher in der gemeinschaftlichen Behandlung des Probeholzes überein, während Urich die Durchmesser der Probestämme, allerdings auf Kosten der Einfachheit, und bei Bildung von möglichst vielen Stärkestufen mathematisch etwas schärfer bestimmt.

Die Kluppierung und Kreisflächenermittlung des Bestandes, sowie die Bestimmung der Anzahl der Probestämme, welche gefällt werden sollen, besorgt Urich ganz nach Draudt. Nachdem aber die Anzahl Probestämme bestimmt ist, besteht das weitere Verfahren darin, daß für jeden auszuwählenden Probestamm eine gleiche Stammzahlgruppe in der Art gebildet wird, daß man die Stammzahl des Bestandes durch die Anzahl Probestämme dividiert, für die so gebildeten Gruppen die mittleren Modell-

*) Vergl. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1860, Seite 471.

**) Vergleiche Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1860, Seite 381; 1862, Seite 77 und 1865, Seite 325.

stämme berechnet, diese aussucht, fällt nnd gemeinschaftlich aufarbeitet, wodurch sich, wie bei Draudt, wenn auch mit etwas größerem Zeitaufwand, eine völlige Gleichstellung der Verhältnisse $\frac{K}{k} = \frac{K^1}{k^1} = \frac{K^2}{k^2} = \ldots \frac{K^n}{k_n}$ ergeben muß.

Um zu zeigen, wie Urich nach stattgefundener Kluppierung des Bestandes die Probestämme auswählt, wollen wir die Rechnung, unter Zugrundelegung der Ergebnisse für Buchen in Muster 1, hier durchführen und uns dabei ganz an die formelle Darstellung (siehe Seite 327) halten, wie sie Urich nach seinen Veröffentlichungen*) selbst wählt.

Die Richtigkeit dieses Probestammsystems beweist Urich wie folgt*):

Es bedeuten $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8$ die Stammzahlen } der einzelnen
" " $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$ die Kreisflächen } Stärkestufen;
" " M_1, M_2, M_3, M_4 die Holzmassen } der Gruppen (Stärkeklassen)
" " $K_I, K_{II}, K_{III}, K_{IV}$ " Kreisflächen } I, II, III und IV;
" " m_1, m_2, m_3, m_4 die Holzmassen } der in den Gruppen I, II, III und
" " $k_I, k_{II}, k_{III}, k_{IV}$ " Kreisflächen } IV gefällten Probestämme;
" " m_s die Holzmassen } aller Probestämme;
" " k_s " Kreisflächen }
" " M_s die Holzmassen } des Bestandes.
" " K_s " Kreisflächen }

Werden nun die Gruppen I, II, III, IV gleich bevölkert, d. h. jeder derselben unter Ergänzung aus den neben einander liegenden Stufen die gleiche Anzahl von Stämmen zugeteilt, so daß eventuell:

$a_1 + a_2 + a_3 = a_4 + a_5 = a_6 = a_7 + a_8 = A$ ist, und nimmt man für jede Gruppe je n Probestämme, welche jedesmal genau die mittlere Kreisfläche der dazu gehörigen Bäume haben, so finden folgende Relationen statt:

$$M_I = \frac{K_I}{k_I} \times m_I; \quad M_{II} = \frac{K_{II}}{k_{II}} \times m_{II}; \quad M_{III} = \frac{K_{III}}{k_{III}} \times m_{III} \text{ und}$$

$$M_{IV} = \frac{K_{IV}}{k_{IV}} \times m_{IV}.$$

$$M_s = M_I + M_{II} + M_{III} + M_{IV} =$$

$$= \frac{K_I}{k_I} \times m_I + \frac{K_{II}}{k_{II}} \times m_{II} + \frac{K_{III}}{k_{III}} \times m_{III} + \frac{K_{IV}}{k_{IV}} \times m_{IV} \quad \ldots \quad 1)$$

der Voraussetzung gemäß ist aber:

$$k_I = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{a_1 + a_2 + a_3} \times n = \frac{K_I}{A} \times n \left(\text{oder auch } k_I = \frac{K_I}{A} \times n, \text{ d. h. } \frac{K_I}{k_I} = \frac{A}{n} \right)$$

*) Urich, über Probestammsysteme, in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, von Dankelmann, 1881.

$$k_{II} = \frac{k_4 + k_5}{a_4 + a_5} \times n = \frac{K_{II}}{A} \times n \left(\text{oder auch } \frac{K_{II}}{k_{II}} = \frac{A}{n}\right)$$

$$k_{III} = \frac{k_6}{a_6} \times n = \frac{K_{III}}{A} \times n \left(\text{oder auch } \frac{K_{III}}{k_{III}} = \frac{A}{n}\right)$$

$$k_{IV} = \frac{k_7 + k_8}{a_7 + a_8} \times n = \frac{K_{IV}}{A} \times n \left(\text{oder auch } \frac{K_{IV}}{k_{IV}} = \frac{A}{n}\right)$$

Addiert man diese Gleichungen, so erhält man:

$$k_I + k_{II} + k_{III} + k_{IV} = (K_I + K_{II} + K_{III} + K_{IV}) \frac{n}{A} \text{ oder auch}$$

$$\frac{K_I + K_{II} + K_{III} + K_{IV}}{k_I + k_{II} + k_{III} + k_{IV}} = \frac{A}{n} = \frac{K_I}{k_I} = \frac{K_{II}}{k_{II}} = \frac{K_{III}}{k_{III}} = \frac{K_{IV}}{k_{IV}}.$$

Folglich darf auch in Gleichung 1) gesetzt werden:

$$M_I + M_{II} + M_{III} + M_{IV} = (m_I + m_{II} + m_{III} + m_{IV}) \frac{K_I + K_{II} + K_{III} + K_{IV}}{k_I + k_{II} + k_{III} + k_{IV}}$$

$$\text{oder } M_s = m_s \times \frac{K_s}{k_s} \quad \ldots \quad 2)$$

Bildet man daher Gruppen (Klassen) mit gleicher Stammzahl und läßt in diesen Grupen je die gleiche Anzahl von mittleren Modellstämmen fällen, so ist ein gemeinsames Aufarbeiten des Probeholzes statthaft und kann unbeschadet der Richtigkeit des Endresultates die Bestandesmasse abgeleitet werden durch Mutiplikation des Gesammtprobeholzergebnisses mit dem Quotienten aus der Kreisflächensumme des Probeholzes in die des Bestandes.

Da die Anzahl n der Probestämme, welche in jeder Gruppe (Stärkeklasse) ausgewählt werden soll, veränderlich ist, d. h. ganz in dem Ermessen des Taxators liegt, so gestattet das geschilderte Verfahren die Auswahl der Probestämme nach sehr verschiedenen Systemen. Will man z. B. in einem Bestande 24 Probestämme nehmen, so kann man n nach und nach gleich 1, 2, 3, 4, 8 und 12 setzen und hat die Wahl:

24	Klassen zu bilden und daraus je	1	Probestamm zu bestimmen
12	" " " " " "	2	Probestämme " "
8	" " " " " "	3	" " "
6	" " " " " "	4	" " "
3	" " " " " "	8	" " "
2	" " " " " "	12	" " "

immer wird aber ein gemeinschaftliches Aufarbeiten des Probeholzes zulässig sein. Der Taxator wird in jedem einzelnen Falle zu entscheiden

haben, ob er sich für das eine oder andere System entscheiden will. Bildet man möglichst viele Klassen, d. h. wählt man vielleicht in jeder stärker vertretenen Stärkestufe einen Probestamm aus, so ist die Wahrscheinlichkeit des Ausgleiches der Probestämme unter sich groß, und man darf auf ein vorzügliches Resultat hoffen. Bildet man wenig Gruppen, fällt aber in jeder mehrere Probestämme, so wird die Arbeit geringer, und der Ausgleich hängt von der Zahl der Probestämme einer Gruppe ab. Immerhin werden aber noch recht befriedigende Resultate erzielt werden.

Etwas bedenklich können die Resultate namentlich für wissenschaftliche Arbeiten (forstliches Versuchswesen) dann ausfallen, wenn man nur 5 Stärkeklassen (oder gar noch weniger) bildet und in jeder Stärkeklasse nur einen einzigen Probestamm auswählt. Wenn man bedenkt, daß die stärkste Klasse allein über 50 % der Masse, und die stärkste Hälfte des Bestandes nahezu $^4/_5$ der Gesamtmasse liefert*) und sich weiter daran erinnert, daß die Inhalte gleich starker Musterstämme oft beträchtlich differieren, so wird man zugeben müssen, daß bei 5 Klassen die Fällung je eines Probestammes zu wenig ist, und ein ganz befriedigendes Resultat nur ausnahmsweise erreicht werden wird. Ist man daher in der Fällung der Probestämme beengt, so sollte man wenigstens in der stärksten Klasse zwei Probestämme fällen, bei der Berechnung der Bestandesmasse aber nur die einfache Kreisfläche und den mittleren Inhalt der beiden Probestämme in Anrechnung bringen, weil sonst die Kreisflächenverhältnisse $K : k$, $K_1 : k_1$ u. s. w. gestört würden.

Das von dem Vereine forstl. Versuchsanstalten empfohlene Verfahren besteht darin, mindestens fünf Klassen mit gleichen Stammzahlen zu formieren, und aus diesen gleich bevölkerten Klassen mittlere Modellstämme auswählen. Wie man sieht, ist das Verfahren eine Form der Urichschen Methode. Man wird mit demselben ganz befriedigende Resultate erhalten, wenn man in jeder Klasse mehrere Probestämme fällt, im anderen Falle wird die Rechnung mit einer gleichen Zahl arithmetrisch-mittlerer Modellstämme sogar bessere Resultate liefern.

Vergleicht man für das oben gewählte Beispiel die Stärken der Probestämme nach Draudt (Seite 312) mit denen nach Urich (siehe folgende Übersicht), so reihen sie sich wie folgt aneinander:

Nach Draudt: von 24 cm 1 Stück, von 26 cm 2 Stück, von 28 cm 3 Stück, von 30 cm 3 Stück, von 32 cm 2 Stück, von 34 cm 1 Stück, von 36 cm 1 Stück.

Nach Urich: von 23,3 cm 1 Stück, von 25,8 cm 1 Stück, von 26 cm 1 Stück, von 28 cm 3 Stück, von 29,6 cm 1 Stück, von 30 cm 2 Stück, von 32 cm 2 Stück, von 33,8 cm 1 Stück, von 36,6 cm 1 Stück.

*) Vergleiche auch Dr. E. Speidel: Waldbauliche Forschungen in württembergischen Fichtenbeständen u. s. w. Tübingen 1889.

A. Stammzahl-, Kreisflächen- und Probestamm-Register nach Arich.

Von den vorhandenen 1223 Stämmen sollen 13 gefällt werden, und kommen somit $\frac{1223}{13} = 94$ Stämme auf je einen Probestamm.

Der Stämme		Der Gruppen						Der Probestämme			
Durchm. Cent. bei 1,3m vom Bod.	Anzahl	Nr.	Stärkestufe Centimeter	Stammzahl im Einzelnen	Stammzahl im Ganzen	Kreisflächensumme im Einzelnen	Kreisflächensumme im Ganzen	Nr.	mittlere Kreisfläche		Durchmesser Cent.
20	8	I	20	8		0,251					
22	17		22	17		0,646					
24	88		von 24	69	94	3,121	4,018	1	$\frac{4,018}{94}$	= 0,043	23,3
26	163	II	„ 24	19		0,860					
28	303		„ 26	75	94	3,982	4,842	2	$\frac{4,842}{94}$	= 0,052	25,8
30	268	III	„ 26	88		4,672					
32	196		„ 28	6	94	0,369	5,041	3	$\frac{5,041}{94}$	= 0,053	26,0
34	82	IV	„ 28	94	94	5,788	5,788	4	$\frac{5,788}{94}$	= 0,062	28,0
36	74	V	„ 28	94	94	5,788	5,788	5	$\frac{5,788}{94}$	= 0,062	28,0
38	24	VI	„ 28	94	94	5,788	5,788	6	$\frac{5,788}{94}$	= 0,062	28,0
		VII	„ 28	15		0,924					
			„ 30	79	94	5,584	6,508	7	$\frac{6,508}{94}$	= 0,069	29,6
		VIII	„ 30	94	94	6,645	6,645	8	$\frac{6,645}{94}$	= 0,070	30,0
		IX	„ 30	94	94	6,645	6,645	9	$\frac{6,645}{94}$	= 0,070	30,0
		X	„ 30	1		0,071					
			„ 32	93	94	7,479	7,550	10	$\frac{7,550}{94}$	= 0,080	32,0
		XI	„ 32	94	94	7,559	7,559	11	$\frac{7,559}{94}$	= 0,080	32,0
		XII	„ 32	9		0,724					
			„ 34	82		7,445					
			„ 36	3	94	0,305	8,474	12	$\frac{8,474}{94}$	= 0,090	33,8
		XIII	„ 36	71		7,227					
			„ 38	24	95	2,722	9,949	13	$\frac{9,949}{94}$	= 0,105	36,6
Sa.	1223	—	—	—	1223	—	—	—		0.898	—

B. Stammzahl-, Kreisflächen- und Probestamm-Register nach Baur.

Von den vorhandenen 1223 Buchen sollen 13 gefällt werden, und kommen somit $\frac{1223}{13} = 94$ Stämme auf je einen Probestamm.

Der Stämme			Der Gruppen				Der Probestämme		
Durchm. 1,3 m vom Boden	Anzahl	Kreisflächensumme	Nr.	Stärkestufen	Stammzahl im Einzelnen	Stammzahl im Ganzen	Nr.	Durchmesser in Centimeter	Kreisflächen
Centimeter		qm		Centimeter					qm
20	8	0,251		20	8				
22	17	0,646	I	22	17				
24	88	3,981		24	69	94	1	24	0,045
26	163	8,654	II	von 24	19				
28	303	18,658		„ 26	75	94	2	26	0,106
30	268	18,944	III	„ 26	88		3	26	
32	196	15,762		„ 28	6	94			
34	82	7,445	IV	„ 28	94	94	4	28	
36	74	7,532	V	„ 28	94	94	5	28	0,185
38	24	2,722	VI	„ 28	94	94	6	28	
			VII	„ 28	15				
				„ 30	79	94	7	30	
			VIII	„ 30	94	94	8	30	0,212
			IX	„ 30	94	94	9	30	
			X	„ 30	1				
				„ 32	93	94	10	32	0,161
			XI	„ 32	94	94	11	32	
			XII	„ 32	9				
				„ 34	82		12	34	0,091
				„ 36	3	94			
			XIII	„ 36	71		13	36	0,102
				„ 38	24	95			
Summe	1223	84,595	—	—	—	1223	—	—	0,902

Wie man sieht, weichen in dem gewählten Beispiel die Probestämme nach beiden Methoden nur in Millimetern von einander ab, nnd wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, die Probestämme bis auf Millimeter genau auszuwählen, namentlich wenn sie auch die sonst erforderlichen Eigenschaften haben sollen, so ist es fraglich, ob es sich in der Praxis immer verlohnt, das mühsamere Verfahren einzuschlagen. Rundet man die Probestämme auf ganze Centimeter ab, dann lassen sich dieselben viel einfacher in folgender Weise auswählen:

Man bildet ganz nach Urich die Stammzahlgruppen, unterläßt aber die Berechnung der einzelnen Kreisflächen in jeder Gruppe, auch die Division der Kreisflächensumme jeder Gruppe durch die Stammzahl, wählt vielmehr in jeder Stammgruppe den Probestamm einfach in der Stärkestufe aus, welche am reichlichsten vertreten ist. Man erhält dann das Stammzahl-, Kreisflächen- und Probestamm-Register B, S. 328, welches für das vorliegende Beispiel zufällig ganz mit dem Draudt'schen zusammenfällt, jedenfalls aber viel einfacher als das Urich'sche ist. Auch die Verhältnisse $K : k = K' : k' \ldots$ stimmen wenigstens so nahe überein, als es nach dem Prinzip des Draudt'schen Verfahrens überhaupt praktisch notwendig ist.*) Bei der Aufnahme kleinerer Probeflächen, sowie bei kleinen Beständen mit weit auseinandergehenden Stärkestufen, in welchen oft 4—6 Stärkestufen zu einer Gruppe zusammengefaßt werden müssen, erreicht man natürlich das genaueste Resultat, wenn man nach Urich für die zu Gruppen vereinigten Stärkestufen den arithmetischen Mittelstamm berechnet.

E. Das Robert Hartig'sche Verfahren**).

Dieses Verfahren unterscheidet sich von den bis jetzt beschriebenen Bestandesschätzungsverfahren darin, daß es die Zahl der in jeder Stärkestufe resp. Stärkeklasse auszuwählenden Probestämme nicht von den in diesen vorhandenen Stammzahlen, sondern von den Kreisflächen in der Art abhängig macht, daß auf eine gleich große Stammgrundflächensumme immer ein Probestamm kommen soll. Zu diesem Behufe wird, nachdem der Bestand in bekannter Weise kluppiert ist, die Kreisflächensumme desselben ermittelt und diese durch die Anzahl der auszuwählenden Probestämme dividiert. Es ergiebt sich so der auf einen Probestamm kommende Kreisflächenbetrag K_1. Nun faßt man, an den schwächeren Stärkestufen beginnend, so viele Stämme zusammen, bis die den letzteren entsprechenden Kreisflächen ganz oder nahezu K_1 gleichkommen und fährt so bis zu Ende

*) In der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Dankelmann, Januarheft 1884, hat Urich später ein ähnliches einfaches Probestammsystem veröffentlicht, nach welchem auf dem Wege der Schätzung und ohne alle Rechnung die Stärken der Mittelstämme der einzelnen Klassen bis auf Millimeter genau bei einiger Übung bestimmt werden können.

**) Vergl. Dr. Robert Hartig, „die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft im Harz- und Wesergebirge". Stuttgart 1868, Seite 16 u. f.

fort. Durch Division der zugehörigen Stammzahlen in die einzelnen K_1 erhält man die mittleren Kreisflächen der einzelnen Stammgruppen und aus diesen die den letzteren entsprechenden mittleren Durchmesser, welche zugleich die Durchmesser der zu fällenden Probestämme sind. Im Übrigen bietet das Verfahren nichts Charakteristisches.

Um das Verfahren und die damit verbundenen Arbeiten zum vollen Verständnis zu bringen, haben wir es an dem schon mehrmals behandelten Beispiele (Muster 1) in der nachstehenden Übersicht, S. 332, durchgeführt, und auch dieselbe Zahl Probestämme, wie bei Verfahren von Draudt und Urich zu Grunde gelegt.

R. Hartig behauptete von seinem Verfahren, es widme allen Klassen gleichen Genauigkeitsgrad und gleiche Sorgfalt, weil nach ihm die Stämme so gruppiert würden, daß alle Gruppen gleiche Kreisflächen enthielten, was bei der Draudt'schen Methode nicht der Fall sei. Auch Bernhardt erklärte das Hartig'sche Verfahren für korrekter als das Draudt'sche*); beide Ansichten sind jedoch schon deshalb unrichtig, weil ja gleiche Kreisflächengruppen, bei den sehr verschiedenen Baumhöhen, keine gleichen Inhalte bedingen.

Gleicher Genauigkeitsgrad und gleiche Sorgfalt wird den einzelnen Stärkeklassen eines Bestandes theoretisch nach Draudt nur dann gewidmet, wenn die Verhältnisse zwischen den Probestammzahlen z, z_1, z_2.... und den Stammzahlen Z, Z_1, Z_2.... der zugehörigen Stärkeklassen gleich sind, d. h. wenn $z : z_1 = Z : Z_1$ u. s. w. ist.

Dieser Bedingung entspricht nun allerdings das Draudt'sche und Urich'sche, nicht aber das Hartig'sche Verfahren. Wirft man nämlich einen Blick auf die nachstehende Übersicht, so erkennt man sofort, daß z. B. bei der 1. Stammgruppe auf 144 Stämme erst ein Probestamm kommt, während bei der XIII. Gruppe schon auf 62 Stämme ein Probestamm entfällt. Entscheidend für die Genauigkeit einer Bestandesschätzungsmethode ist überhaupt nur die Zahl der nach richtigen Prinzipien ausgewählten Probestämme. Wird aus allen n Stämmen eines Bestandes nur eine Gruppe gebildet, d. h. nur ein arithmetisch mittlerer Modellstamm gefällt, so wird auch nur der Inhalt dieses einen Stammes richtig erhalten. Beträgt dieser zufällig genau $\frac{1}{n}$ der Bestandesmasse, so wird letztere richtig $\frac{1}{n} \times n = 1$ gefunden werden. Weicht jedoch der gefällte Probestamm

*) Dankelmann, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. III. Band, Seite 27.

von dem wahren Mittelstamm um den Fehler x ab, so werden natürlich alle übrigen n — 1 Stämme denselben Fehler ergeben, was zusammen (n — 1) x beträgt. Fällt man 2, 3, 4 u. s. w. Probestämme, so erhält man natürlich auch hier wieder nur den Inhalt dieser Stämme richtig, weicht jedoch der gefundene Inhalt dieser Stämme von $\frac{2}{n}$, $\frac{3}{n}$, $\frac{4}{n}$ u. s. w. der Bestandesmasse ab, so muß sich natürlich auch der Inhalt der übrigen (n — 2), (n — 3), (n — 4) .... Stämme um diese Differenz fehlerhaft erweisen, d. h. man wird der Wahrheit um so näher kommen, je mehr Probestämme man fällt.

Ferner ist die Ansicht R. Hartig's: „Das Draudt'sche Verfahren setze eine unbeschränkte Befugnis zur Fällung einer großen Anzahl von Probestämmen voraus" unzutreffend, denn man kann bei dem Draudt'schen sowohl, wie bei dem Hartig'schen und jedem anderen Verfahren, auch mit einer geringeren Anzahl Probestämme operieren. Ebenso können wir den Bedenken Hartig's hinsichtlich der praktischen Ausführbarkeit der Draudt'schen Methode, wenn es sich um genaue Ermittlung des Derbholzgehalts des Bestandes handele, nicht beitreten; im Gegenteil verursacht gerade die Hartig'sche Art der Auswahl der Probestämme ungemein viel Mühe und Arbeit, durch deren Ersparnis sich gerade das Draudt'sche Verfahren sehr vorteilhaft auszeichnet.

Eine Hauptschattenseite des Hartig'schen Verfahrens erblicken wir aber darin, daß dasselbe, trotz großer Umständlichkeit, nicht einmal das gemeinschaftliche Kubieren oder Aufarbeiten des Probeholzes gestattet und deßhalb vor dem älteren Klassenmodellstammverfahren B auch keinen Vorteil gewährt.

Dadurch nämlich, daß alle Stammgruppeu gleiche Kreisflächen $K = K_1 = K_2$ .... haben, die Stammzahlen derselben aber mit wachsender Stammstärke fortwährend abnehmen, werden die mittleren Kreisflächen der Probestämmme der einzelnen Gruppen k, k_1, k_2 .... immer größer, was zur Folge hat, daß die Zähler der Kreisflächenverhältnisse $\frac{K}{k}$, $\frac{K_1}{k_1}$ .... zwar gleichbleiben, die Nenner aber fortwährend wachsen und die Werte der Kreisflächenverhältnisse daher kleiner werden. Da aber eine gemeinschaftliche Behandlung des Probeholzes nur dann statthaft, wenn $\frac{K}{k} = \frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2}$ .... ist, diese Bedingung aber bei dem Hartig'schen

Stammzahl-, Kreisflächen- und Probestamm-Register nach Robert Hartig.

Von den vorhandenen 1223 Buchen mit einer Kreisflächensumme von 84,595 qm sollen 13 Probestämme gefällt werden, und kommt somit auf je einen Probestamm ein Grundflächenbetrag von $\frac{84{,}595}{13} = 6{,}507$ qm.

Der Stämme			Der Gruppen					Der Probestämme		
Durchmesser 1,3 m v. Boden	Anzahl	Kreisfläche	Nr.	Stärkestufe	Stammzahl im Einzelnen	Stammzahl im Ganzen	Kreisflächensumme im Einzelnen	Kreisflächensumme im Ganzen	Nummer	mittlere Kreisfläche	Durchmesser
Cent.		qm		Centim.						qm	Cent.
20	8	0,251	I	20	8		0,251				
22	17	0,646		22	17		0,646				
24	88	3,981		24	88		3,981				
26	163	8,654		26	31	144	1,646	6,524	1	$\frac{6{,}524}{144} = 0{,}045$	24,0
28	303	18,658	II	von 26	123	123	6,530	6,530	2	$\frac{6{,}530}{123} = 0{,}053$	26,0
30	268	18,944	III	„ 26	9		0,478				
32	196	15,762		„ 28	97	106	5,973	6,451	3	$\frac{6{,}451}{106} = 0{,}061$	27,8
34	82	7,445	IV	„ 28	105	105	6,466	6,466	4	$\frac{6{,}466}{105} = 0{,}062$	28,0
36	74	7,532	V	„ 28	101		6,220				
38	24	2,722		„ 30	4	105	0,283	6,503	5	$\frac{6{,}503}{105} = 0{,}062$	28,0
			VI	„ 30	92	92	6,503	6,503	6	$\frac{6{,}503}{92} = 0{,}071$	30,0
			VII	„ 30	92	92	6,503	6,503	7	$\frac{6{,}503}{92} = 0{,}071$	30,0
			VIII	„ 30	80		5,655				
				„ 32	11	91	0,885	6,540	8	$\frac{6{,}540}{91} = 0{,}072$	30,2
			IX	„ 32	81	81	6,514	6,514	9	$\frac{6{,}514}{81} = 0{,}080$	32,0
			X	„ 32	81	81	6,514	6,514	10	$\frac{6{,}514}{81} = 0{,}080$	32,0
			XI	„ 32	23		1,850				
				„ 34	51	74	4,630	6,480	11	$\frac{6{,}480}{74} = 0{,}088$	33,4
			XII	„ 34	31		2,815				
				„ 36	36	67	3,664	6,479	12	$\frac{6{,}479}{67} = 0{,}097$	35,2
			XIII	„ 36	38		3,868				
				„ 38	24	62	2,722	6,590	13	$\frac{6{,}590}{62} = 0{,}106$	36,6
Sa.	1223	84,595	—	—	—	1223	—	84,597	13		

Verfahren nicht stattfindet, so muß dasselbe auf den praktischen Vorteil einer derartigen Behandlung des Probeholzes, welche die Verfahren von Draudt und Urich gewähren, verzichten.

Daß man aber auch nach dem Hartig'schen Verfahren, obgleich auf weit umständlicherem Wege, recht gute Resultate erhalten kann, wenn man nicht zu wenig Probestämme auswählt, liegt auf der Hand. In der That weichen die nach Hartig, Draudt und Urich berechneten Durchmesser der Probestämme nach durchgeführtem Beispiele nicht sehr von einander ab.

Wer überhaupt bei Holzmassenaufnahmen auf ein gemeinsames Aufbereiten des Probeholzes verzichtet, wird sich am besten des einfachen alten Klassenmodellstammverfahrens bedienen, und die meisten Probestämme in den wichtigsten, d. h. stärksten Stammklassen fällen, macht doch $^1/_5$ der Stammzahl von den stärksten Stämmen entnommen schon 50%, die stärkste Hälfte der Stämme aber $^4/_5$ der Bestandsmassen aus! Die Genauigkeit aller Methoden wurzelt daher in der genauen und reichlichen Auswahl der Probestämme.

3. Die Bestandes-Aufnahme nach Formzahlen.

§ 42.

Bei den im vorigen Paragraphen beschriebenen Verfahrungsarten wurden die drei Gehaltsfaktoren, welche die Masse eines Bestandes bestimmen, thunlichst berücksichtigt. Keiner derselben wurde durch die unsichere Okularschätzung erhoben, die Grundstärke und Höhe vielmehr durch direkte Messung bestimmt, und die Formzahl in der Weise in Rechnung gezogen, daß man eine Anzahl Probestämme fällte, und deren Inhalt, welcher natürlich um so größer ausfallen mußte, je vollholziger die Stämme waren, genau kubisch berechnete oder in ortsüblichen Verkaufsmaßen (Raummetern) bestimmte.

In dieser Beziehung läßt sich daher an dem Prinzipe der im § 41 beschriebenen Methode nichts aussetzen. Die Resultate müssen der Wahrheit um so näher kommen, je regelmäßiger die Bestände sind, und je umfangreicher die Probefällungen angeordnet werden.

Obgleich die in § 41 besprochenen Methoden des Draudt'schen und Urich'schen Verfahrens sich durch zuverlässige Resultate, namentlich auch durch Einfachheit und Billigkeit auszeichnen, so besitzen sie doch alle die Schattenseite, daß mit ihnen Probestammfällungen verbunden sind, welche unter Umständen Unbequemlichkeiten bereiten können.

Man ist daher schon seit Anfang dieses Jahrhunderts bemüht, das Fällen der Probestämme zu ersparen und durch sorgfältig berechnete Formzahlen zu ersetzen, indem man die Probestämme nach den in § 41 beschriebenen Methoden bezüglich ihrer Stärken und Höhen zwar berechnet und auswählt, sie aber nicht fällt und liegend kubiert, sondern nach Formel g . H . f stehend berechnet. Da wir für die wichtigsten Holzarten bereits gute Formzahlen besitzen, so zweifeln wir nicht, daß die in § 41 beschriebenen Verfahren in nicht allzu ferner Zeit durch Formzahlen und aus ihnen abgeleiteten Massentafeln verdrängt werden dürften.

Manche Schriftsteller (z. B. König) gestatteten sich sogar weitere Vereinfachungen noch in der Richtung daß sie vorschlugen, die Höhen nur einzuschätzen, die Kreisflächensummen aber nach der verwerflichen Lehre von den Abstandszahlen zu ermitteln, welche von König in die Holzmeßkunde eingeführt und von Preßler später nicht zum Gewinn für die Praxis abgeändert wurden.

Da die Lehre von den Abstandszahlen hin und wieder noch in Lehrbüchern kursiert, auch bei einigen Forstmännern noch Billigung findet, so halten wir es für notwendig, den Anfänger mit den Hauptgrundzügen der Lehre bekannt zu machen. Wenn dies absichtlich nur in einer Anmerkung geschieht, so gehen wir dabei von der Ansicht aus, daß es nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft und Praxis Niemanden mehr einfallen kann, die Kreisflächen der Bestände mittelst der Lehre von den Abstandszahlen festzustellen.

Die Abstandszahlen sollen nämlich als allgemeiner Dichtigkeitsmaßstab für die Bestände und als Mittel zur beiläufigen Bestimmung der Kreisflächensumme derselben dienen und ergeben sich aus folgenden einfachen Betrachtungen:

Auf der Fläche F eines Hektars = 10000 qm stehen Z z. B. = 700 Stämme, so ist bekanntlich der durchschnittliche Standraum f eines Stammes $= \frac{F}{Z} = \frac{10000}{700} = 14{,}29$ qm. Denkt man sich diesen Standraum als Quadrat, so ist die Standraumseite $s = \sqrt{f} = \sqrt{14{,}29} = 3{,}78$ m. Setzt man den mittleren Durchmesser des Bestandes d (z. B. = 0,3 m), so wird offenbar der Bestand eine um so größere Kreisfläche haben, je kleiner bei gleichbleibendem mittlerem Durchmesser die Standraumseite s ist. Man nennt nun die auf einen Meter Baumdurchmesser kommende Standraumseite die Abstandszahl a, und findet sie aus $d : s = 1 : a$: $a = \frac{s}{d}$ und im vorliegenden Falle $a = \frac{3{,}78}{0{,}3} = 12{,}6$ m, d. h. wenn man sich den durchschnittlichen Bestandesdurchmesser = 1 denkt, so ist der mittlere Abstand der Bäume von einander 12,6 mal so groß. Hieraus folgt dann endlich, daß der Teil, welchen die Bestandeskreisfläche von der Bestandesfläche in Anspruch nimmt, d. h. das Stammgrundflächenverhältnis sich ausdrücken läßt durch $\frac{\pi \cdot d^2}{4} : a^2$, oder da hier d = 1 gesetzt wird durch: $\frac{\pi}{4} \cdot \frac{1^2}{a^2} = \frac{3{,}14159}{4} \cdot \frac{1}{a^2} = \frac{0{,}7854}{a^2}$. Nennt man nun die Kreisflächensumme des Be-

standes K, so besteht zur Ermittelung der letzteren offenbar die Proportion $a^2 : 0{,}7854 = F : K$ oder $K = \frac{0{,}7854}{a^2} \times F$.

Für die Bestandesfläche F = 1 Hektar = 10000 qm wäre endlich:

$$K = \frac{0{,}7854}{a^2} \times 10000, \text{ oder für unser Beispiel:}$$

$$K = \frac{0{,}7854}{(12{,}6)^2} . 10000 = 0{,}005 . 10000 = 50 \text{ qm}.$$

König versteht unter der Abstandszahl die auf einen Meter (früher Fuß) Umfangsstärke kommende Standraumseite. Seine Abstandszahlen unterscheiden sich natürlich von den soeben beschriebenen nur darin, daß sie in dem Verhältniß d : π, d. h. 3,1415 .... mal kleiner sind.

Was nun die Anwendung dieser Abstandszahlen für die Ermittlung der Kreisflächensumme eines Bestandes betrifft, so mögen hierzu noch folgende Bemerkungen dienen: Da die Kreisflächensumme des Bestandes aus der Abstandszahl abgeleitet werden soll, so muß diese vor allen Dingen bestimmt werden. Nun aber sind nicht nur die Durchmesser der einzelnen Bäume, sondern auch die Entfernungen derselben von einander oft sehr verschieden, und man wird daher die Abstandszahl nur dann einigermaßen richtig bestimmen können, wenn man sie an verschiedenen Stellen des Bestandes aus verschiedenen Abständen und Durchmessern wiederholt ableitet und aus den verschiedenen Resultaten das arithmetische Mittel nimmt.

Beispiele: Die Entfernung s von einem Stamme zum andern betrage 3,94 m, die Durchmesser dieser beiden Stämme seien 0,33 und 0,37 m, so ist der mittlere Durchmesser $d = \frac{0{,}33 + 0{,}37}{2} = \frac{0{,}70}{2} = 0{,}35$, daher Abstandszahl $a = \frac{3{,}94}{0{,}35} = 11{,}3$ m. Ebenso betrage die Entfernung zwischen zwei andern Stämmen 3,72 m und die zugehörigen Durchmesser seien 0,27 und 0,35 m, so ist der mittlere Durchmesser $\frac{0{,}27 + 0{,}35}{2} = \frac{0{,}62}{2} = 0{,}31$ und die Abstandszahl $= \frac{3{,}72}{0{,}31} = 12{,}0$ m; daher die mittlere Abstandszahl $\frac{11{,}3 + 12{,}0}{2} = \frac{23{,}3}{2} =$ 11,6 m und die Kreisflächensumme pro Hektar $= \frac{0{,}7854}{a^2} \times 10000 = \frac{0{,}7854}{(11{,}6)^2} . 10000 =$ 0,0058 . 10000 = 58 m.

Nach König müßten die Abstandszahlen ebenfalls aus dem Abstande der zwei betreffenden Stämme und den zugehörigen mittleren Umfängen ermittelt werden, und würde man dann natürlich 3,14... mal kleinere Abstandszahlen erhalten.

Wie man sieht, hängt die Richtigkeit der Resultate nur von der richtigen Bemessung der Abstandszahl ab, und da sich diese aus der mittleren Entfernung der Stämme des Bestandes von einander, dividiert durch das arithmetische Mittel der Durchmesser oder Umfangsstärken (in Meter ausgedrückt) derjenigen beiden Stämme ergiebt, zwischen welchen die Entfernung gemessen wurde, so

kommt alles darauf an, die mittlere Entfernung der Bäume von einander richtig anzusprechen.

Da aber die meisten Entfernungen der Bäume, namentlich in haubaren und fast haubaren Beständen, selbst wenn sie aus regelmäßigem Pflanzenverbande entstanden sind, später doch von einander abweichen, auch die Durchmesser resp. Umfänge selten in demselben Verhältnisse wie die Standseiten abnehmen, so folgt hieraus die Ungenauigkeit der Verfahrungsweise von selbst, sie wächst aber natürlich noch in dem Maße, als die Bestandesunregelmäßigkeiten größer werden.

Aus diesem Grunde reicht man auch nie mit einer einmaligen Messung des mittleren Abstandes der Stämme und der ihnen zugehörigen Umfänge aus, sondern man muß 4, 5 bis 6 Messungen machen, und aus diesen 4, 5 oder 6 ermittelten Abstandszahlen das arithmetische Mittel nehmen. Trotzdem erhält man bei großen Opfern an Zeit keine zuverlässigen Resultate.

Über die König'schen (Umfangs-) Abstandszahlen haben wir schon 1859 eine Reihe von Versuchen angestellt, welche hier im Auszug folgen sollen: *) Die Kreisflächensumme eines östr. Joches ergab sich nach der aus fünf Durchschnitten genommenen Abstandszahl = 161,68 q', die Arbeiten erforderten einen Zeitaufwand von 28 Minuten. Dasselbe Joch wurde nachher stammweise mit der Kluppe aufgenommen und es zeigten die vorhandenen 228 Stämme pro Joch eine Kreisflächensumme von 139 q'. Nimmt man dieses Resultat, welches in 27 Minuten erzielt wurde, als richtig an, dann ist der Fehler desselben = o, und es ergiebt das König'sche Verfahren einen Fehler von 16 %.

Ein zweites Probejoch ergab durch stammweise Aufnahme die Kreisflächensumme von 286 Stämmen in 32 Minuten = 179,9 q', nach König's Abstandszahlen wurden jedoch in 24 Minuten 239 q' gefunden, es beträgt daher bei letzteren der Fehler 33 %.

In einem dritten Probejoch stellte sich durch stammweise Aufnahme die Kreisflächensumme von 329 Stämmen in 31 Minuten = 172,6 q' heraus, nach König's Abstandszahlen wurden in 32 Minuten 236,2 q' Kreisfläche gefunden, es ergab sich daher bei letzteren ein Fehler von 36 %.

In einem vierten Probejoch stellte sich durch stammweise Aufnahme von 240 Stämmen die Kreisflächensumme in 25 Minuten = 149,4 q' heraus, nach König's Abstandszahlen wurden in 23 Minuten 198,7 q' Kreisfläche gefunden, es ergab sich daher bei letzteren ein Fehler von 33 %.

In einem 3,3 Joch großen Bestande stellte sich durch stammweise Aufnahme von 629 Stämmen die Kreisflächensumme in 65 Minuten = 399,7 q' heraus, nach König's Abstandszaplen wurden in 33 Minuten = 351,7 q' gefunden, es ergab sich daher bei letzteren ein Fehler von 12 %.

Bei allen Versuchen ergab sich ein durchschnittlicher Zeitaufwand bei der stammweisen Aufnahme von 29 Minuten und nach Königs Abstandszahlen von 28 Minuten, dagegen zeigte der beste Versuch nach König noch einen Fehler von 12%, der schlechteste von 36%.

*) Vergleiche Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1859.

Nach solchen Resultaten kann man in der That nicht begreifen, wie man Königs Abstandszahlen, als Mittel, die Stammkreisflächensumme eines Bestandes zu finden, so lange empfehlen konnte, da unter Benutzung der richtigen Hilfsmittel durch stammweise Aufnahme der Zweck in derselben Zeit vollständig erreicht wird, während die Resultate König's immer schwankend sind. Man kommt sogar bei der stammweisen Aufnahme noch in kürzerer Zeit als nach der Lehre von den Abstandszahlen zum Ziele, wenn man, statt 1 Joch große Probeflächen, wie oben geschehen, auszuwählen, die Kreisflächensumme nur in $^1/_2$ oder $^1/_4$ Joch großen Probeflächen ermittelt; denn die stammweise Aufnahme mit der Kluppe erfordert die meiste Zeit (durchschnittlich 10 Stämme in der Minute und 600 Stämme in der Stunde) ist diese einmal vorüber, so ist die Berechnung in 5 Minuten beendigt.

Die großen Schwankungen in den Resultaten bei Anwendung der Königschen Abstandszahlen, so wie der mit dem Gebrauch derselben verbundene unverhältnismäßig große Zeitaufwand, mochten auch Preßler veranlaßt haben, bei Herausgabe seiner „neuen holzwirtschaftlichen Tafeln" die König'schen Abstandszahlen umzugestalten. Diese Abänderung bestand darin, daß Preßler, wie bemerkt, an Stelle des Umfanges den Durchmesser setzte, dann aber die Abstandszahl nicht durch direkte Messungen von Stamm zu Stamm, sondern mittelst Aufnahme einer kleinen Probefläche und der darauf befindlichen Stammzahl und dem mittleren Durchmesser dieser Stämme, ganz in der am Eingange gezeigten Weise, ableitete.

Man erhält nun auch wirklich mit Preßler's sogenannten verbesserten Abstandszahlen weit genauere Resultate, aber man erreicht denselben Zweck auch hier auf anderem Wege und ohne Abstandszahlen weit rascher, weil Preßler merkwürdigerweise übersehen hat, daß, wenn der mittlere Durchmesser und die Stammzahl einer Probefläche bekannt sind, damit auch ohne weitere Zwischenrechnungen die Kreisflächensumme gegeben ist. Es muß daher auch Preßler's Abstandszahlen, als Mittel die Stammkreisflächensumme eines Bestandes zu finden, jeder praktische Wert abgesprochen werden.*) Höchstens als allgemeinsten Begriff für die Dichtigkeit der Bestände kann man den Abstandszahlen noch ein Plätzchen in der Forstwissenschaft einräumen.

Nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft führt darum nur die stammweise Kluppierung kurz und sicher zur Kreisflächensumme der Bestände. Je nach dem beabsichtigten Grad der Genauigkeit oder dem Schlusse des Bestandes wähle man die Probefläche größer oder kleiner, oder kluppiere die ganzen Bestände. Vor allen Dingen muß man die falsche Ansicht ablegen, als käme es bei Arbeiten, welche dauernden Wert haben sollen, auf einige Minuten Zeit mehr oder weniger an. Da die Bestimmung der Kreisflächensumme eines Bestandes jedenfalls einen Waldbesuch erfordert, so ist es denn doch ganz einerlei, ob das

*) Vergleiche in dieser Beziehung auch unsern Artikel, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1860, Seite 101—105.

Geschäft $^1/_4$ oder selbst $^1/_2$ Stunde länger dauert oder nicht. Es steht ganz sicher zu erwarten, daß die Lehre von den Abstandszahlen bald und allgemein bei allen Arbeiten der Art außer Kurs gesetzt werden wird. Sie gehört zu den Antiquitäten der Bestandesschätzung.

Kehren wir nach diesen Bemerkungen wieder zu unserem eigentlichen Gegenstande zurück.

Die Massenermittlung nach Formzahlen läßt sich auf zwei grundsätzlich verschiedene Methoden zurückführen. Bei der einen werden die Formzahlen eingeschätzt, oder besser Formzahlübersichten entnommen, welche die Mittelwerte vieler Formzahlunterſuchungen enthalten (Seite 180), bei der anderen, 1857 von Prof. Breymann in Mariabrunn aufgestellten Methode, sucht man die Schaftformzahlen durch direkte Messung an stehenden Bäumen zu ermitteln. Wir wollen nun beide Verfahren kurz betrachten:

A. Die Bestandesaufnahme durch Einschätzen der Formzahlen und nach Formzahlübersichten.

Der Wert dieser Methode wird sich nach der Genauigkeit bemessen, mit welcher die drei Gehaltsfaktoren des Bestandes, nämlich Kreisflächen, Höhen und Formzahlen festgestellt werden. Selbstverständlich können bezüglich der Auswahl der Probestämme alle in § 41 beschriebenen Methoden auch hier Anwendung finden, denn der wesentliche Unterschied zwischen den zwei Gruppen von Verfahren besteht ja nur darin, daß bei der Formzahlmethode keine Probestämme zur Fällung gelangen. Man kann daher auch bei letzterem Verfahren die Probestämme nach dem arithmetischen mittleren Modellstamme, nach Klassenmodellstämmen, nach Urich, Draudt u. s. w. auswählen, nur wird deren Masse mittelst Formzahlen bestimmt. — Ehe wir jedoch zur Berechnung der Holzmasse der Bestände schreiten können, müssen die einzelnen Gehaltsfaktoren derselben einer kurzen Besprechung unterzogen werden.

a. Ermittlung der Kreisflächen des Bestandes.

Unter allen Umständen ist der Bestand nach Anleitung des § 40 nach Stärkestufen 1,3 m vom Boden aufzunehmen. Ist daher die Stammzahl der einzelnen Stärkestufen a_1, a_2, a_3 . . . a_n und die Kreisfläche eines Stammes der zugehörigen Stärkestufen g_1, g_2, g_3 . . . g_n, so ist die Kreisflächensumme der einzelnen Stärkestufen $a_1 . g_1$, $a_2 . g_2$, $a_n . g_n$ und diejenige des ganzen Bestandes G:

$$G = a_1 . g_1 + a_2 . g_2 + a_3 . g_3 + \ldots a_n . g_n .$$

Beabsichtigt man eine Massenaufnahme nach Stärkeklassen, so zieht man in bekannter Weise eine Anzahl Stärkestufen zusammen, und berechnet die

Kreisflächensumme der einzelnen Stärkeklassen in gleicher Weise. Je nach der Wahl der Methode bedarf der Taxator daher bald der Kreisflächensumme der einzelnen Stärkestufen, bald der Stärkeklassen, bald des ganzen Bestandes. In gemischten Beständen müssen diese Erhebungen gesondert für jede Hauptholzart gemacht worden.

b. Ermittlung der Bestandeshöhen.

Je nachdem man die Bestandesmasse berechnet:

α. aus der Masse des arithmetisch-mittleren Modellstammes m multipliziert mit der Stammzahl n des Bestandes, also aus n . m, oder

β. aus der Masse der einzelnen Stärkeklassen, indem man jede Stärkeklasse als einen Bestand im Sinne von α behandelt, oder

γ. aus der Summe der Holzgehalte der einzelnen Stärkestufen, ist die Bestandeshöhe anders zu beurteilen und anders zu berechnen. Es ist daher im Sinne der Massenschätzung unzulässig, als mittlere Höhe eines reinen Bestandes diejenige zu bezeichnen, welche sich als arithmetisches Mittel aus allen Höhen derselben darstellt. Wir haben vielmehr auseinander zu halten:

ad α. Höhe des arithmetisch-mittleren Modellstammes. Als solche ist diejenige Höhe aufzufassen, welche, mit der Formzahl und Kreisflächensumme des Bestandes multipliziert, die richtige Bestandesmasse liefert. Wollte man die mittlere Höhe aus dem arithmetischen Mittel aller Stämme des Bestandes ableiten, so würde man dieselbe wenigstens in normalen oder nahezu normalen Beständen etwas zu klein finden, weil ja der arithmetisch-mittlere Modellstamm nicht in die Mitte aller Stärkestufen fällt, sondern eine Stärke besitzt, welche sich ergiebt, wenn man, von den stärksten Stämmen ausgehend, ca. 40% der Stämme abzieht.

Setzt man die Kreisflächensumme des Bestandes G, die mittlere Höhe H und mittlere Formzahl F, die Kreisflächensumme g_1, g_2, der Höhe h_1, h_2 ... und Formzahl f_1, f_2 ... der einzelnen Stärkestufen, so erhält man für die mittlere Bestandeshöhe folgende ganz ausreichende und einfache Näherungsformel:

$$G \,.\, H \,.\, F = g_1 \,.\, h_1 \,.\, f_1 + g_2 \,.\, h_2 \,.\, f_2 \,. + g_3 \,.\, h_3 \,.\, f_3 + \ldots \text{ und}$$

$$H = \frac{g_1 \,.\, h_1 \,.\, f_1 + g_2 \,.\, h_2 \,.\, f_2 + g_3 \,.\, h_3 \,.\, f_3 \ldots}{G \,.\, F}$$

Unterstellt man nun gleiche Formzahlen, dann erhält man die mittlere Bestandshöhe

$$H = \frac{g_1 \,.\, h_1 + g_2 \,.\, h_2 + g_3 \,.\, h_3 \ldots}{g_1 + g_2 + g_3 + \ldots}$$

Eine weitere Formel führte Kunze*) ein, indem man an Stelle von g_1, g_2, g_3 u. s. w. die Stammzahlen n_1, n_2, n_3 u. s. w. einfügte. Man erhält dann:

$$H = \frac{h_1 . n_1 + h_2 . n_2 + h_3 . n_3 \ldots}{n_1 + n_2 + n_3 \ldots}$$

Nur bei sehr jungen Beständen, in welchen die noch geringen Höhen verhältnißmäßig große Höhenunterschiede der aufeinanderfolgenden Stärkestufen zeigen, liefert die Formel Seite 339 nach den Untersuchungen von Kunze viel zu kleine Resultate, weil sich hier die Formzahlen mit wachsender Scheitelhöhe rasch ändern.*) Für derartige, in der forstlichen Praxis aber kaum vorkommende Fälle empfiehlt Kunze für die mittlere Scheitelhöhe folgende genauere Formel:

$$H = \sqrt{h_1^2 . n_1 + h_2^2 . n_2 + h_3^2 . n_3 + \ldots .}$$

Will man aber die Höhe des arithmetisch-mittleren Modellstammes ohne jede Formel finden, so berechne man nach bereits gegebener Anleitung die Stärke desselben, wähle von dieser Stärke in dem Bestande einige Musterstämme sorgfältig aus, messe deren Höhe möglichst genau und ziehe aus der Summe der Höhen das arithmetische Mittel. Überhaupt wird sich die Massenermittlung nach dem arithmetisch-mittleren Modellstamme und auf Grund von Formzahlen nur in seltenen Fällen, jedenfalls aber nur dann empfehlen, wenn die Durchmesser und Höhen des Bestandes nicht sehr stark von einander abweichen und zu gleichen Stärken durchschnittlich auch gleiche Höhen gehören.

ad β. Höhen der Klassenstämme.

Beabsichtigt man, die Holzmasse der Bestände auf Grund von Klassenmodellstämmen, sei es nach dem alten Verfahren nach ungleichen Stammzahlen oder dem Urich'schen nach gleichen Stammzahlgruppen, zu berechnen, dann muß natürlich die Höhe jeder Stärkeklasse ermittelt werden. Es kann das wieder nach Formel:

$$H = \frac{g_1 . h_1 + g_2 . h_2 + g_3 . h_3 + \ldots}{g_1 + g_2 + g_3 + \ldots}$$

geschehen und man wird die Höhe jeder Stärkeklasse mit voll befriedigender Genauigkeit erhalten. Will man die Formel umgehen, so ermittelt man die mittleren Durchmesser der einzelnen Stärkeklassen, mißt die diesen Durchmessern entsprechenden Höhen an einzelnen Mustereremplaren und

*) Dr. Max Friedr. Kunze: Anleitung zur Aufnahme des Holzgehaltes der Bestände, Seite 22 und 23. Berlin. 1891.

zieht aus der Summe der Höhen der einzelnen Stärkestufen das arithmetische Mittel. Man wird nach diesem Verfahren natürlich bessere Resultate als nach Methode α erhalten.

ad γ. Höhen der einzelnen Stärkestufen.

Die genauesten Resultate wird man erhalten, wenn man die Holzmasse jeder Stärkestufe für sich berechnet. Zu diesem Behufe muß man die mittlere Höhe der Stämme jeder Stärkestufe ermitteln, was am besten rechnerisch unterstützt durch graphische Konstruktion geschieht. Man ermittelt nämlich die Scheitelhöhen einiger schwächeren, mittleren und stärkeren Stämme und ihre zugehörigen Brustdurchmesser, bei größeren Differenzen event. in mehreren Exemplaren, trägt auf eine Abszissenlinie die Stärkestufen in Centimetern, auf senkrechte Ordinatenlinien die zugehörigen gefundenen Höhen auf, verbindet dann die so erhaltenen Ordinatenpunkte durch gerade Linien und gleicht die kleineren Unregelmäßigkeiten durch einen freihändigen Kurvenzug aus und erhält auf diese Art die Höheukurve, von welcher die zu allen Stärkestufen gehörigen Höhen leicht abgelesen werden können.

c. Ermittlung der mittleren Formzahlen.

Der dritte Faktor, welcher bestimmend auf die Holzmasse eines Bestandes einwirkt, ist die Formzahl. Diese muß selbstverständlich möglichst genau bestimmt werden, wenn ein befriedigendes Resultat erzielt werden soll. Es sind hier zunächst zwei wichtige Fragen zu lösen, nämlich:

1. Soll man in jedem einzelnen Falle die Formzahlen einschätzen oder sie bekannten Formzahl-Übersichten entnehmen und

2. verdienen Brusthöhen- oder Normalformzahlen den Vorzug.

ad 1. Schätzt man die erforderlichen Formzahlen in jedem gegebenen Falle ein, so begiebt man sich auf den Standpunkt des Okularschätzers und ist dadurch mehr oder weniger großen Zufälligkeiten und Fehlern ausgesetzt. Wir stellen in diesem Falle die Formzahlmethode zwar über die gewöhnliche Okularschätzung, immerhin werden aber die Resultate beträchtlich hinter den in § 41 beschriebenen Verfahren zurückbleiben. Zwar meint Preßler, man könne mit etwas „mathematisch gebildeter Phantasie" die Formzahl im einzelnen Falle bis auf eine Einheit genau einschätzen, trotzdem möchten wir namentlich unerfahrene Taxatoren vor derartigen Schätzungen allen Ernstes warnen.

Anders liegt die Sache, wenn man sich für Bestandesschätzungen durchschnittlicher Formzahlen bedient, wie sie, hervorgegangen aus massenhaften Untersuchungen für die wichtigsten Holzarten, in Tabellen

(siehe Seite 180) übersichtlich zusammengestellt wurden. Gerade weil dieselben „Durchschnittsformzahlen" sind, werden sie auf eine größere Anzahl von Stämmen gleicher Holzart, Stärke, Höhe, Schlußverhältnisse angewendet, befriedigende Resultate liefern müssen, wie dies auch die Erfahrung genügend nachgewiesen hat. Die aus den neueren Untersuchungen hervorgegangenen Formzahlen (§. 29) über Kiefer, Fichte, Tanne und Rotbuche sind daher nur zu empfehlen, dagegen ist von der Verwendung älterer Formzahlen, namentlich auch der König'schen, zu warnen.

ad 2. Wie wir bereits §. 29 nachgewiesen haben, verdienen nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft die Brusthöhen-Formzahlen unbedingt den Vorzug vor den Normalformzahlen, und zwar schon aus dem Grunde, weil die ersteren zwischen weit engeren Grenzen, als letztere, liegen und daher zu genaueren Resultaten führen müssen. So beruhen z. B. die Preßler'schen echten Formzahlen auf der Annahme: „daß gleich alte und unter mittleren Schlußverhältnissen erwachsene Bestände derselben Holzart auch gleiche Formen haben", während Brusthöhenformzahlen auf dem weit richtigeren Prinzipe beruhen, daß Bäume gleicher Holzart nahezu gleichen Alters, gleicher Stärke und Höhe, unter mittleren Schlußverhältnissen erwachsen, gleiche Formzahlen besitzen. Auf demselben Prinzipe beruhen auch die bayrischen Massentafeln (§. 43).

Hierzu kommt aber noch der Mißstand, daß die echten Formzahlen, welche sich, wie z. B. die von Preßler, auf $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe beziehen, für die Praxis der Bestandesschätzung, namentlich dann fast unüberwindliche Schwierigkeiten bieten, wenn die Bäume eines Bestandes starke Höhendifferenzen zeigen, oder wenn die Stämme überhaupt sehr niedrig oder sehr hoch sind. Gründen sich nämlich die Normalformzahlen auf $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe, dann müssen vor der Kluppierung die Höhen der Bäume immer erst gemessen, hierauf durch 20 dividiert werden, um die Meßpunkte zu finden, an welchen der Durchmesser zu bestimmen ist.

Es ist dies eine in der Praxis ganz unausführbare Forderung.

Preßler selbst sind auch diese Schwierigkeiten keineswegs entgangen, sonst hätte er dieselben nicht nach und nach durch drei verschiedene Vorschläge zu beseitigen sich bemüht. Das erste Mittel findet sich auf Seite 25 des Tharander Jahrbuches von 1853; wir haben dasselbe als ungenügend erwiesen*). Ein zweites Mittel (nach Aufgebung des ersten) findet sich Seite 194 der Preßler'schen

*) Vergl. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung von 1860, Seite 445.

holzwirtschaftlichen Tafeln von 1857; die Mangelhaftigkeit desselben wurde von R. Micklitz*) und uns**) ebenfalls dargethan.

Ein drittes Mittel, zur Entkräftung der gegen die echten Formzahlen in Bezug auf Bestandesschätzung vorgebrachten Einwände, schlug Preßler zuerst im II. Band, 2. Heft der Supplemente zur Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung von 1860, Seite 45 u. f. vor. Von diesem dritten Mittel glauben wir den unumstößlichen Beweis geliefert zu haben,***) daß Preßler durch dasselbe wieder zu den von ihm angegriffenen Brusthöhenformzahlen übergegangen ist und notwendig mit seinen echten Formzahlen, aber auf Umwegen, zu denselben Resultaten gelangen muß, als bei Anwendung von Brusthöhenformzahlen.

Da der Gegenstand zur Beurteilung des Wertes der echten Formzahlen für Bestandesschätzungen wichtig genug ist, so wollen wir den Hauptinhalt unserer damaligen Beweisführung hier folgen lassen. Preßler sagte am genanntem Orte: Kluppiere (wie früher) in Brusthöhe und korrigiere (um meine auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe berechneten Formzahlen gebrauchen zu können) die aus Scheitelhöhe und Formzahl sich ergebende Walzenhöhe (Formhöhe) um folgendes:

Z. B. für Preußen und Österreich, wo die Brusthöhe 4′ bedeutet:

bei der Scheitelhöhe Fuß	Wenn die Schaftbildung (im allgemeinen Sinne) abformig	mittelformig	vollformig
	Korrektion in Fußen		
40 . . .	+ 2,5	2,3	+ 2,1
50 . . .	+ 1,9	1,8	+ 1,6
60 . . .	+ 1,3	+ 1,2	+ 1,1
70 . . .	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,5
80 . . .	0	0	0
90 . . .	— 0,6	— 0,6	— 0,5
100 . . .	— 1,3	— 1,2	— 1,1
110 . . .	— 1,9	— 1,8	— 1,6
120 . . .	— 2,2	— 2,3	— 1,8

Die ersten Korrektionsfaktoren waren, worauf wir 1860 schon hingewiesen†), offenbar zu klein. Preßler vermehrte sie daher auch schon 1861 auf etwa das Doppelte††), wie sie in vorstehender Übersicht im Auszug enthalten sind.

Wir wollen nun beweisen, daß man mittelst Einführung obiger Korrektionen in die Normalformzahlen, letztere in Brusthöhenformzahlen umwandelt, und deßhalb natürlich auch die gleichen Resultate wie mit diesen, nur auf Umwegen, erlangen muß. Dadurch nämlich, daß man die dem Durchmesser in Brusthöhe entsprechende Gehaltshöhe um den Betrag des entsprechen-

*) Vergl. Baur's Monatschrift für Forst- und Jagdwesen, 1860.
**) Vergl. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1860, Seite 456.
***) Vergl. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1865, Seite 54 u. f.
†) Vergl. Novemberheft der Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1860.
††) Vergl. Aprilheft der Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1861.

den Reduktionsfaktors vermehrt oder vermindert, vermehrt oder vermindert man die dem Baume entsprechende Formzahl genau um so viel, als nötig ist, um auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe berechnete Formzahlen in Brusthöhenformzahlen überzuführen.

Beweis: Bezeichnet man die Scheitelhöhe mit H, die Brusthöhenformzahl mit f, die zugehörige Gehaltshöhe mit h, ferner die auf $\frac{H}{20}$ berechnete Formzahl mit f', die zugehörige Gehaltshöhe mit h' und endlich die Grundfläche im Meßpunkt mit g, so ergiebt sich der Inhalt des Baumes, wenn man die Korrektion an der Gehaltsshöhe h' mit m bezeichnet:

1. Nach der Brusthöhenformzahl $k = g \,.\, H \,.\, f$ und
2. nach echten Formzahlen in Verbindung mit der Korrektionstabelle: $k = g \,.\, H \,.\, f' \pm g \,.\, m.$

Da in beiden Fällen der Bauminhalt derselbe sein muß, so ist auch: $g \,.\, H \,.\, f = g \,.\, H \,.\, f' \pm g \,.\, m = g\ (H \,.\, f' \pm m)$, daraus

$$f = \frac{g\,(H \,.\, f' \pm m)}{g \,.\, H} = \frac{H \,.\, f' \pm m}{H} = \frac{h' \pm m}{H} = f' \pm \frac{m}{H'}$$

d. h. die echten Formzahlen (f') werden mit Hilfe der Korrektionstabelle einfach in Brusthöhenformzahlen (f) übergeführt, wenn man nur zu der der echten Formzahl (f') entsprechenden Gehaltshöhe (h') den Betrag der Korrektion (m) addiert oder subtrahiert und diesen Betrag durch die Scheitelhöhe (H) dividiert.

Beispiel: Die auf $\frac{H}{20}$ berechnete Baumformzahl einer mittelformigen, bei 4' preuß über der Erde 12'' starken Kiefer habe nach Preßler die Formzahl $f' = 0{,}54$, die Scheitelhöhe H sei 60', die Korrektion nach vorstehender Tafel $m = 1{,}2'$, so ist:

$h' = 60 \,.\, 0{,}54 = 32{,}4$, mithin die Brusthöhenformzahl:

$$f = \frac{h' + m}{H} = \frac{32{,}4 + 1{,}2}{60} = 0{,}56.$$

Der Inhalt des Baumes ist daher:

1. Nach der Brusthöhenformzahl $= g \,.\, H \,.\, f = 0{,}79 \,.\, 60 \,.\, 0{,}56 = 26{,}544$ c';
2. nach dem Korrektionsverfahren $= g \,.\, H \,.\, f' + g \,.\, m = g\ (H \,.\, f' + m) =$
   $= 0{,}79\ (60 \,.\, 0{,}54 + 1{,}2) = 0{,}79 \times 33{,}6 = 26{,}544$ c'.

Beide Resultate stimmen daher ganz genau überein.

Es geht nun aus vorstehenden Betrachtungen hervor, daß die Brusthöhenformzahlen in bezug auf Bestandesschätzung viel einfacher als die echten Formzahlen sind, denn bei ersteren bedarf man nur einer Formzahltabelle für verschiedene Formklassen und Scheitelhöhen, während man bei den Preßler'schen Formzahlen eine Formzahltabelle und eine nach Formklassen und Scheitelhöhen abgestufte Korrektionstabelle notwendig hat. Die von Preßler als einseitig, pedantisch, unsystematisch, unpraktisch, abnorm u. s. w. hingestellten Brusthöhenformzahlen wären somit wieder zu Ehren gekommen und in ihre alten Rechte eingesetzt.

d. Ermittlung der Holzmasse des Bestandes.

Sind die drei Gehaltsfaktoren, nämlich Kreisflächen, Höhen und Formzahlen eines Bestandes nach der soeben unter § 42 A. a. b. c. gegebenen Anleitung festgestellt, dann kann die Massenermittlung ähnlich wie in § 41 nach verschiedenen Methoden, nur ohne Fällung von Probestämmen, geschehen. Insbesondere verdienen folgende drei prinzipiell verschiedene Verfahren eine kurze Besprechung:

1. Berechnung nach dem arithmetisch mittleren Modellstamm. Man ermittelt durch stammweise Aufnahme die Kreisflächensumme des Bestandes, berechnet aus dieser in bekannter Weise die Kreisfläche und den Durchmesser des mittleren Modellstammes; stellt hierauf mit Hilfe eines Höhenmessers in der § 42 A. b. geschilderten Weise die mittlere Scheitelhöhe und nach § 42 A. c. die mittlere Formzahl nach guten Formzahlübersichten fest. Setzt man nun die Masse des Bestandes = M, die Kreisfläche des mittleren Modellstammes = g, die mittlere Scheitelhöhe = H, die Formzahl = f und die Stammzahl = a, so ist offenbar der Inhalt des mittleren Modellstammes = g . H . f, mithin der Inhalt des Bestandes:

$$M = g . H . f . a.$$

Da aber g . a = der Kreisflächensumme G des ganzen Bestandes ist, so kann man auch setzen:

$$M = G . H . f.$$

Kommen verschiedene Holzarten in einem und demselben Bestande vor, so muß die Rechnung für jede derselben besonders durchgeführt werden. Mit Hilfe der neuesten Formzahlübersichten läßt sich natürlich die Derbholz- und Baumholzmasse des Bestandes und nach Subtraktion beider auch die Reisholzmasse desselben bestimmen.

Beispiel: Wäre die Holzmasse der 1223 Buchen in Muster 1 zu ermitteln, und man habe die Kreisflächensumme derselben 84,709 qm, mithin die Kreisfläche des Mittelstandes $\frac{84{,}709}{1223} = 0{,}06926$ qm gefunden, so ergiebt sich, wenn die durchschnittliche Bestandeshöhe 30 m und die zugehörige Baumformzahl 0,58 festgestellt wurde:

$M = g . H . f . a = 0{,}06926 \times 30 \times 0{,}58 \times 1223 = 1473{,}9$ Festmeter; oder was dasselbe ist:

$M = G . H . f = 84{,}709 \times 30 \times 0{,}58 = 1473{,}9$ Festmeter.

Wie bereits auseinandergesetzt, wird man von diesem Verfahren nur dann Gebrauch machen, wenn die Durchmesser und Höhen des Bestandes nicht sehr differieren und gleich starken Bäumen auch gleiche Höhen entsprechen.

2. Berechnung nach Klassenmodellstämmen. Dieses Verfahren wird man wählen können, wenn Stärken und Höhen des Bestandes schon stärker differieren und eine genaue Ermittlung der mittleren Höhe und Bestandesformzahl Schwierigkeiten bietet. Man sucht dann die Kreisflächensumme jeder Stärkeklasse, dividiert erstere mit der zu ihr gehörigen Stammzahl und erhält in dem Quotienten die Kreisfläche des Mittelstammes jeder Klasse. Ermittelt man ferner nach § 42 A. b. und c. für jede Stärkeklasse die mittlere Höhe und Formzahl, und multipliziert schließlich die Stammzahl jeder Klasse mit den ihr zugehörigen Gehaltsfaktoren, so erhält man in der Summe der einzelnen Produkte den Kubikinhalt des Bestandes.

Die Bildung der Stärkeklassen kann natürlich nach ungleichen oder gleichen Stammzahlen (Urich) geschehen. Angenommen, man habe in einem Bestande drei Stärkeklassen gebildet, und es sei die Kreisfläche des mittleren Modellstammes der

I. Kl. $= g_1$; die Höhe $= H_1$; die Formzahl $= f_1$; u. die Stammzahl $= a_1$;
II. „ $= g_2$; „ „ $= H_2$; „ „ $= f_2$; „ „ „ $= a_2$;
III. „ $= g_3$; „ „ $= H_3$; „ „ $= f_3$; „ „ „ $= a_3$;

so ist die Gesamtmasse des ganzen Bestandes:

$$M = g_1 . H_1 . f_1 . a_1 + g_2 . H_2 . f_2 . a_2 + g_3 . H_3 . f_3 . a_3.$$

Beispiel: Man habe für Buchen in Muster 1, S. 286, $g_1 = 0{,}049$ qm: $g_2 = 0{,}069$ qm; $g_3 = 0{,}098$ qm; $H_1 = 29$ m; $H_2 = 30$ m und $H_3 = 31$ m; ferner die Baumformzahl $f_1 = 0{,}57$: $f_2 = 0{,}58$ und $f_3 = 0{,}58$; endlich $a_1 = 276$; $a_2 = 767$ und $a_3 = 180$ gefunden, so ist nach letzter Formel:

$$M = 0{,}049 . 29 . 0{,}57 . 276 + 0{,}069 . 30 . 0{,}58 . 767 + 0{,}098 . 31 . 0{,}58 . 180 =$$
$$= 223{,}55 + 920{,}86 + 317{,}17 = 1461{,}58 \text{ Festmeter.}$$

Zu demselben Resultate würde man gelangen, wenn man die Kreisflächensumme jeder Stärkeklasse (G_1, G_2 und G_3) mit der ihr zugehörigen mittleren Höhe und Formzahl multiplizierte, denn es ist $g_1 . a_1 = G_1$; $g_2 . a_2 = G_2$ und $g_3 . a_3 = G_3$. Obige Formel verwandelt sich dann in:

$$M = G_1 . H_1 . f_1 + G_2 . H_2 . f_2 + G_3 . H_3 . f_3.$$

3. Berechnung nach Stärkestufen. Dieses Verfahren liefert die genauesten Resultate. Man ermittelt für jede Stärkestufe die Kreisflächensumme G_1, G_2, G_3 ..., ebenso nach Anleitung von § 42, A. b. γ die zugehörigen Höhen H_1, H_2, H_3 ... und aus Formzahlübersichten die den gefundenen Höhen entsprechenden Formzahlen F_1, F_2, F_3 ..., so ist die Bestandesmasse:

$$M = G_1 . H_1 . F_1 + G_2 . H_2 . F_2 + G_3 . H_3 . F_3 + \ldots .$$

Die Resultate der Verfahren 1—3 hängen, da Kreisflächen und durchschnittliche Formzahlen genau bestimmt werden können, namentlich

von der richtigen Ermittlung der Höhen ab. Je mehr Höhenmessungen daher an sorgfältig auszuwählenden Musterstämmen vorgenommen werden, um so bessere Resultate werden sich ergeben.

Ehe wir dieses Verfahren verlassen, berühren wir noch eine empfohlene eigentümliche Art der Anwendung von Formzahlen. Das Verfahren stützt sich wahrscheinlich auf die Annahme, daß die Formzahlen nur dann die nötige Sicherheit gewähren, wenn man sie in dem Bestande, dessen Masse erhoben werden soll, selbst berechnet. Man machte daher den Vorschlag, in dem Bestande einige mittlere Modellstämme zu fällen, deren Inhalt zu ermitteln, die Scheitelhöhen und Grundflächen (in Brusthöhe) zu messen, und aus diesen Ergebnissen die Formzahlen zu berechnen, letztere zu addieren, die Summe durch die Anzahl der Modellstämme zu dividieren und den erhaltenen Quotienten als richtige Formzahl in Rechnung zu nehmen; übersah aber hierbei, daß man dann ohne Formzahlen weit rascher zu demselben Resultat gelangt, wenn man den mittleren Inhalt der Modellstämme kurzer Hand mit der Stammzahl multipliziert.

B. Professor Breymanns Bestandesschätzungs-Verfahren.

Professor Breymann führte ein forstliches Universalinstrument in die Oeffentlichkeit ein,*) was geeignet sein soll, die Durchmesser stehender Bäume in jeder beliebigen Höhe bis auf $^1/_{10}$ Zoll genau zu messen, und durch welches er das Mittel gefunden zu haben glaubte, stehende Bäume so genau wie liegende zu kubieren. Er wendete daher dieses Instrument zur Bestimmung der Formzahlen stehender Bäume an und glaubte, daß dasselbe bei allen Taxatoren die günstigste Aufnahme finden und wesentlich zur Vereinfachung und Erhöhung der Sicherheit in der Massenermittlung der Bestände beitragen werde, was er etwa in folgender Weise zu begründen bemüht ist:

Wird die Holzmasse eines Bestandes M, die Stammkreisflächensumme desselben G, die mittlere Höhe H und die mittlere Formzahl f gesetzt, so ist:

$$M = G \,.\, H \,.\, f.$$

Wählt man dagegen in dem Bestande von n Stämmen einen mittleren Modellstamm aus, dessen Grundfläche g ist, so hat man auch:

$$M = n \,.\, g \,.\, H \,.\, f.$$

Drückt man ferner die Grundfläche g durch den in Metern oder Bruchteilen desselben gemessenen Durchmesser d, d. h. durch $\frac{\pi \,.\, d^2}{4}$ aus, so ist auch:

$$M = n \,.\, \frac{\pi \,.\, d^2}{4} \,.\, H \,.\, f = 0{,}7854 \,.\, d^2 \, H \,.\, f \,.\, n.$$

---

*) Breymann: Anleitung zur Aufnahme der Holzmasse und Bestimmung der Formzahlen u. s. w. Wien 1857.

Bezeichnet man die geometrische Fläche des zu untersuchenden Bestandes mit P, die Flächeneinheit, das Hektar, durch $p = 10000$ qm, und die auf einem Hektar dieses Bestandes stehende Holzmasse durch m, so besteht die Proportion:

$$M : m = P : p \text{ oder } M = \frac{m \cdot P}{p}.$$

Wird dieser Wert in letzte Gleichung substituiert, so ist:

$$\frac{m \cdot P}{p} = 0{,}7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n \text{ oder}$$

$$m = \frac{0{,}7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n \cdot p}{P} = \frac{0{,}7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n \cdot 10000}{P}$$

$$= \frac{7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n}{P},$$ in welcher Formel m die in Festmetern ausgedrückte Holzmasse pro Hektar bedeutet.*)

Hätte man z. B. auf einer Probefläche $P = 2500$, $n = 150$ Stämme von einem mittleren Durchmesser $d = 0{,}3$ m, einer mittleren Höhe $H = 30$ m und einer Formzahl $f = 0{,}50$ gefunden, so wäre die Holzmasse m pro Hektar:

$$m = \frac{7854 \cdot (0{,}3)^2 \cdot 30 \cdot 0{,}50 \cdot 150}{2500} = 636{,}17 \text{ Festmeter.}$$

Gegen die mathematische Richtigkeit dieser Formeln läßt sich zwar nichts einwenden, es haften an derselben jedoch dieselben Mängel, mit welchen die Methode des arithmetisch mittleren Modellstammes überhaupt unter Umständen behaftet ist.

In der Gleichung $m = \frac{7854 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n}{P}$ können die Faktoren d, H und n auch an stehenden Bäumen erhoben werden, nur zur genauen Bestimmung der Formzahl f mußten seither, nach Breymann's Ansicht, einzelne mittlere Modellstämme gefällt werden.

Da nun Breymann der Ansicht ist, daß die stammweise Auszählung der Stämme, mittelst nachfolgender Auswahl, Fällung und Kubierung von mittleren Modellstämmen (§. 41), zwar die genauesten Resultate liefere, aber andererseits zeitraubend, oft auch darum unausführbar sei, weil es nicht immer in der Gewalt des Taxators stehe, die ausgewählten

*) Die Breymann'sche Formel, welche sich auf österreichisches Maß und das Joch bezieht, lautet: $m = \frac{8{,}7264 \cdot d^2 \cdot H \cdot f \cdot n}{P}$, wir haben dieselbe hier auf Metermaß umgerechnet.

Probestämme fällen zu lassen, so bringt er die Ermittlung der Formzahlen an stehenden Bäumen mittelst Anwendung seines Universalinstrumentes in Vorschlag.

Mit der Ansicht, daß die § 41 beschriebenen Methoden der stammweisen Auszählung zu zeitraubend und dann unausführbar seien, wenn der Taxator keine Probestämme fällen dürfe, sind wir nicht einverstanden. Wünscht man zuverlässige Resultate, dann ist die Kluppierung des Bestandes nicht zu umgehen.

Noch weniger sind wir mit Breymann's Vorschlag einverstanden: „wem es nur um eine annähernde Genauigkeit zu thun sei, der könne die Mittelstämme, an welchen die Formzahlen stehend ermittelt werden sollen, auch nach dem bloßen Augenmaß auswählen." Wer sich einmal auf das Gebiet der Okularschätzung begiebt, der sollte doch nicht mit Hilfe eines weit über 200 M. kostenden Instrumentes mit Mühe und Umständlichkeit die Durchmesser an mehreren ausgewählten Probestämmen in verschiedenen Höhen im Stande ermitteln, um aus denselben die wahre Formzahl des Bestandes abzuleiten. Breymann's Verfahren kann daher die stammweise Aufnahme nicht umgehen, es fällt daher auch in dieser Beziehung mit den in § 41 beschriebenen Methoden zusammen.

Es fragt sich weiter, ob es sich für wirtschaftliche Zwecke der Bestandesschätzung überhaupt verlohnt, die Formzahlen an stehenden Bäumen zu ermitteln? Wir glauben diese Frage verneinen zu sollen, weil andere Methoden rascher und sicherer zum Ziele führen.

Wir glauben nämlich, daß es in allen Fällen, wo man von durchschnittlichen Formzahlen, welche mit aller Sorgfalt an Tausenden liegenden Stämmen ermittelt wurden, oder von Massentafeln (§ 43) keinen Gebrauch machen will, aber dennoch ein gutes Resultat wünscht, immer in der Gewalt des Taxators liegen muß, Probefällungen vorzunehmen. Bei sorgfältiger Auswahl der Probestämme kann hierdurch im Bestande weder eine gefährliche Lücke, noch ein in Anschlag zu bringender Zuwachsverlust stattfinden, um so mehr nicht, als man jetzt fast allgemein der Ansicht huldigt, daß es für Zwecke der Waldertragsregelung hinreichend sei, nur die Holzmasse der der I. (haubaren), höchstens noch der II. Periode zugeteilten Bestände speziell aufzunehmen.

Wir glauben jeder Praktiker wird dieser Ansicht beitreten. Dagegen könnte vielleicht noch der Einwand gemacht werden, die Fällungen der Probestämme erfordern viel Zeit und Kosten. Dagegen läßt sich einwenden, daß die Auswahl der Probestämme, wie überall, so auch nach Breymann's Methode stattfinden muß. Es bleibt daher nur noch die Entscheidung der Frage zurück, ob die Fällung und Berechnung der Probestämme kostspieliger und zeitraubender sei, als die Ableitung der Formzahlen mittelst Aufstellung und Anwendung des fraglichen Universalinstrumentes, wobei wir von der Güte der gegenseitigen Resultate zunächst noch ganz absehen.

Der Taxator ist bei Massenermittlungen immer die teuerste Person. Die Fällung und Aufarbeitung des Holzes der Probestämme geschieht

aber durch Holzhauer, welche sich mit einem billigen Lohne begnügen. Auch kann das gewonnene Holz stets gut verwertet werden, es stehen dabei keinerlei Verluste zu erwarten.

Was aber die Aufnahme und Berechnung des Probeholzes betrifft, welche durch den Taxator geschehen muß, so scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, daß dieselbe weniger Zeit und Kosten beansprucht als die Handhabung des Universalinstrumentes und die damit verbundenen Berechnungen.

Dabei ist noch hervorzuheben daß nach Breymann's Methode nur die Schaftholzmasse mit dem Instrumente berechnet werden kann, alle übrigen Sortimente, die zusammen oft einen beträchtlichen Teil der Schaftmasse ausmachen, aber eingeschätzt werden müssen. Nun ist aber bei den Probeholzfällungen gerade die Schaftmasse am leichtesten nnd in wenigen Minuten zu berechnen. Nimmt man aber das Probeholz nach dem Verfahren von Draudt oder Urich in ortsüblichen Verkaufsmaßen auf, so ist man noch rascher zu Ende und genießt nebenbei den Vorteil, daß man die Sortimentsverhältnisse — was bei dem Breymann'schen Verfahren nicht möglich ist — mit erhält.

Endlich sei noch die Bemerkung beigefügt, daß alle Instrumente, namentlich wenn sie, wie das vorliegende, mit Fernrohr, Höhenkreis, Nonius u. s. w. versehen sind, auch immer längere Zeit und Übung in Anspruch nehmen, bevor man sich in deren vorteilhaften Gebrauch ganz hineingefunden hat. Da nun viele ausübende Forstbeamte während ihrer ganzen Dienstzeit nur verhältnißmäßig selten genaue Bestandesaufnahmen oder Taxationen zu machen haben, so dürfte wenigstens diese Klasse unserer Fachgenossen um so mehr lieber zu den leichteren Bestandesschätzungsmethoden greifen, als mit dem Breymann'schen Instrumente noch Tafeln verbunden sind, zu deren Verständnis schon größere mathematische Kenntnisse gehören, als man sie wenigstens jetzt noch vielfach anzutreffen gewohnt ist.

Es verdienen daher die §§ 41 und 42 beschriebenen Methoden schon von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet vor dem Breymann'schen Verfahren den Vorzug. Die wichtige Frage, ob die mittlere Formzahl des Bestandes nach diesem Verfahren überhaupt ganz richtig bestimmt werden kann, wollen wir aber erst nachstehend untersuchen.

Breymann schreitet nämlich in der Begründung seiner Schätzungsmethode etwa wie folgt fort:

Da unsere Waldbäume entweder die Form eines ausgebauchten, geradseitigen oder eines eingebauchten senkrechten Kegels haben, so kann man sich die Oberfläche eines ausgebauchten Stammes dadurch entstanden denken, daß sich eine ausgebauchte Apollonische Parabel von gegebenem Parameter um die senkrechte Stammachse dreht; in gleicher Weise die Oberfläche eines geradseitigen Stammes, indem sich unter einem spitzen Winkel gegen die senkrechte Achse des Stammes die geneigte Gerade um die Achse dreht, und endlich die Oberfläche eines eingebauchten Stammes, indem sich eine eingebauchte Apollonische Parabel von gegebenem Parameter um die senkrechte Stammachse bewegt.

Breymann geht nun von den Gleichungen dieser Rotationskörper, nämlich

für die ausgebauchte Form: $y^2 = a\,x$,
„ „ geradseitige „ $y = a\,x$ und
„ „ eingebauchte „ $y = \frac{x^2}{a}$

aus, und findet mittelst Integration der Differentialgleichungen die Voluminas dieser Körper wie folgt:

der Kubikinhalt eines ausgebauchten Stammes $k = \frac{g.h}{2}$
„ „ „ geradseitigen „ $k = \frac{g.h}{3}$
„ „ „ eingebauchten „ $k = \frac{g.h}{5}$

Es ist mithin der Kubikinhalt des ausgebauchten Stammes die Hälfte, der Kubikinhalt des geradseitigen Stammes das Drittel und der Kubikinhalt des eingebauchten Stammes das Fünftel einer gleich starken und gleich hohen Idealwalze. Mithin

die Formzahl des ausgebauchten Stammes $= \frac{1/2 . g.h}{g.h} = 1/2 = 0{,}500$
„ „ „ geradseitigen „ $= \frac{1/3 . g.h}{g.h} = 1/3 = 0{,}333$ und
„ „ „ eingebauchten „ $= \frac{1/5 . g.h}{g.h} = 1/5 = 0{,}200.$

Dieses sind aber mehr die idealen Formzahlen, denn da die Waldbäume bis zu einer gewissen Höhe über dem Boden in Folge des Wurzelanlaufes etwas unregelmäßig erscheinen und erst von da an kegelförmige Gestalten annehmen, so hält es Breymann*) für angemessener, die Formzahlen in der Art zu bestimmen, daß er den zwischen dem Stockabschnitt und $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe liegenden Teil des Baumes als eine Walze von der Stärke des Durchmessers in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe betrachtet.

*) Ähnlich wie Preßler in seiner Kubierungsregel für stehende Bäume § 30.

Hiernach werden die wirklichen Schaftformzahlen dieser drei Körperformen wie folgt gefunden:

$$\text{Für den ausgebauchten Stamm: } f = \frac{\frac{1}{20}\cdot g.h + \frac{19}{20}\cdot\frac{1}{2}\, g.h}{g.h} = \left(\frac{2}{40}+\frac{19}{40}\right)\frac{g.h}{g.h} = \frac{21}{40} = 0{,}525.$$

$$\text{Für den geradseitigen Stamm: } f = \frac{\frac{1}{20}\cdot g.h + \frac{19}{20}\cdot\frac{1}{3}\, g.h}{g.h} = \left(\frac{3}{60}+\frac{19}{60}\right)\cdot\frac{g.h}{g.h} = \frac{22}{60} = 0{,}367.$$

$$\text{Für den eingebauchten Stamm: } f = \frac{\frac{1}{20}\cdot g.h + \frac{19}{20}\cdot\frac{1}{5}\cdot g.h}{g.h} = \left(\frac{5}{100}+\frac{19}{100}\right)\cdot\frac{g.h}{g.h} = \frac{24}{100} = 0{,}240.$$

Breymann schließt nun, daß durch diese drei Schaftformzahlen die Grenzen gegeben seien, zwischen welchen unsere sämtlichen Waldbäume hinsichtlich ihrer Schaftform lägen, und ferner, daß das Gesetz der Durchmesserabnahme in beliebiger Baumhöhe darüber Aufschluß geben müsse, zwischen welche der Formen der in Frage stehende Baum hineinfiele.

Zur leichteren Beurteilung dieser Frage hat Breymann in einer Tabelle dieses Gesetz der Durchmesserabnahme für die drei **regulären** Grundformen übersichtlich zusammengestellt; so daß diese Tabelle die Durchmesserverhältniszahlen von $\frac{10}{100}$ bis $\frac{90}{100}$ der Scheitelhöhe, und zwar in Tausendteln des bei $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe abgenommenen Normaldurchmessers ausgedrückt enthält.

Um nun die richtige Schaftformzahl eines Baumes zu finden, hat man nur nötig, mittelst des Universalinstrumentes die Scheitelhöhe und den Durchmesser eines Baumes in einer beliebigen Höhe zu messen, alsdann auch letztere zu bestimmen, hierauf die Höhe, in welcher der Durchmesser des Baumes bestimmt wurde, in Hunderteln der Scheitelhöhe auszudrücken, den Normaldurchmesser in $\frac{1}{20}$ h mit der Kluppe abzunehmen, und schließlich den in der beliebigen Höhe gemessenen Durchmesser in Tausendteln des Normaldurchmessers anzugeben, so zeigt die zu dem Instrument gehörige Tabelle alsbald, zwischen welche Grundform der Baum hinsichtlich

seiner Form fällt. Nachdem nun die Formzahl auf diese Weise begrenzt ist, wird die dem Baume wirklich entsprechende Schaftformzahl mittelst eines Interpolationsverfahrens noch genauer bestimmt.

Dies sind die Grundsätze des fraglichen Verfahrens, gegeu die wir, zu den bereits gemachten Ausstellungen zunächst noch hinzuzufügen haben, daß die Ansicht, als lägen die Formen aller unserer Waldbäume innerhalb der festgestellten drei Grundformen, deshalb nicht richtig zu sein scheint, weil sonst kein Baum eine größere Schaftformzahl als 0,525 haben könnte; was mit den Untersuchungen Preßler's und Smalian's, welche auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe berechnete Schaftformzahlen veröffentlicht haben, sowie mit unseren eigenen Untersuchungen über die Schaftformzahlen der Fichte, nicht übereinstimmt. Preßler läßt die Schaftformzahlen der Eichen und Erlen bis 0,60 steigen und bemerkt, daß bei im Drucke erwachsenen Bäumen dieselben noch um 0,02—0,05 steigen könnten. Nach Smalian ist das Maximum der Schaftformzahl der Erle 0,59 und aller übrigen Laubhölzer mit Ausnahme der Birken und Weiden 0,60, das der Nadelhölzer 0,55.

Diese Wahrnehmung würde zwar dem Prinzipe der Methode selbst noch nicht schädlich sein, weil es sich nach dem Gesetze der Durchmesserabnahme doch ergeben muß, in welchem Falle ein Stamm über die Form des fraglichen ausgebauchten Kegels hinausfällt.*)

Auch die Ansicht, als könne man aus der Durchmesserabnahme eines Stammes mit Sicherheit auf dessen Form schließen, vermöchten wir nur dann zu teilen, wenn unsere Waldbäume, wie doch vorausgesetzt wird, alle von $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe an bis zum äußersten Gipfel hin mathematisch genaue stereometrische Formen besäßen, was aber in der Regel nicht der Fall ist. Giebt es doch tausend Fälle, in welchen die Durchmesser eines und desselben Baumes bald rascher, bald langsamer abnehmen, sogar wieder etwas wachsen, oder selbst an ein und derselben Höhe des Baumes nach verschiedenen Richtungen um eine Anzahl Centimeter von einander abweichen.

Wir glauben daher nicht (wie Breymann meint), daß die Natur nie regellos schaffe, denn abnorme Gebilde schafft das Tier- und Pflanzenreich häufig, geben aber mit voller Überzeugung zu, daß die Natur im allgemeinen nicht gesetzlos schaffe. Aber gerade wegen der vielen abnormen Baum-

*) In den später, 1859, erschienenen Breymann'schen „Tafeln für Forst-Ingenieure und Taxatoren" wird in einem beigefügten „Anhang" der oben gerügte Irrtum in der Art verbessert, daß Breymann neben den drei erwähnten Grundformen noch zwei andere einfügt, und zwar eine für ein eingebauchteres Konoid ($y = a\,x^4$) mit der Formzahl 0,156 und ein noch ausgebauchteres ($y^8 = a\,x^{1/2}$) mit der Formzahl 0,763. Neuere Untersuchungen über Stammformen haben den Verfasser zu dieser Maßregel veranlaßt. Durch diese Tafeln sind ferner die sonst sehr beschwerlichen Rechnungen wesentlich abgekürzt, die Bestimmung der Formzahlen daher auch erleichtert.

gebilde wird uns die Auffindung des fraglichen Gesetzes sehr erschwert, und wir sind daher der Meinung, daß wir nur durch massenhafte Messungen liegender Bäume und zweckmäßige Gruppierung derselben richtige Durchschnittswerte für die Formzahlen erhalten werden.

Wir räumen auch gerne ein, daß Breymanns Universalinstrument, als Stärkenmesser, das allervorzüglichste unter allen bis jetzt bekannt gewordenen Instrumenten der Art ist, daß sich auch mit demselben die Durchmesser für praktische Zwecke mehr als hinreichend genau ermitteln lassen; aber dennoch können die Resultate nie so genau werden, als wenn man den Baum liegend berechnet, eben weil derselbe an der betreffenden Stelle zufällig besonders stark oder schwach sein und darum das Gesetz der Durchmesserabnahme nicht zum richtigen Ausdrucke gelangen kann. Zwar meint Breymann, man könne bei unregelmäßigem Wuchse drei, vier und mehr Durchmesser in verschiedenen Höhen bestimmen, zu jedem die Formzahl berechnen und aus denselben das arithmetische Mittel nehmen; aber welcher Forstmann sieht dem Baume die Unregelmäßigkeit bei der schlechten Beleuchtung, tief herabgehenden Beastung u. s. w. immer an?

Die wundeste Seite des Verfahrens scheint aber die zu sein, daß es für die gewöhnlichen Fälle der Praxis zu umständlich und zu zeitraubend ist. Es sind nämlich mit dem Instrumente eine Menge Messungen und umständliche Zwischenrechnungen verbunden, so daß es mißlich ist, die Formzahl eines Modellstammes nach mehreren Durchmessern, wie es doch nötig wäre, bestimmen zu können. Wollte man sich aber mit der Auswahl und Ermittlung der Formzahlen von nur wenigen Modellstämmen begnügen, so ist es wieder sehr zweifelhaft, ob diese wenigen Stämme auch das richtige Mittel des ganzen Bestandes repräsentieren, denn bekanntlich weichen die Formzahlen selbst gleich starker, gleich hoher und gleich alter Bäume mitunter noch beträchtlich von einander ab.

Weiter hat die Beziehung der Formzahlen auf $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe aus den bereits § 29, C und § 42 A entwickelten Gründen unter Umständen in der Praxis Schwierigkeiten und führt zu Unrichtigkeiten.

Endlich muß es auffallen, daß Breymann an einer so umständlichen Bestimmung der Formzahl festhält, denn sind einmal Durchmesser und Höhen an stehenden Bäumen gemessen, so kann ja mittelst dieser beiden Faktoren der Inhalt direkt, d. h. ohne Formzahl, berechnet werden.

Nachdem die Schaftformzahl des mittleren Modellstammes mühsam ermittelt ist, läßt sich immer erst die Schaftholzmasse berechnen; die Ermittlung der Reis-, Ast- und Stockholzmasse bleibt noch übrig. Die Ast- und Reisholzmenge will nun Breymann auf Grund seiner Wahrnehmung berechnen, daß der Quotient, welcher sich ergiebt, wenn man den Kronendurchmesser D eines stehenden Baumes durch seinen Durchmesser d in $\frac{1}{20}$ der Scheitelhöhe dividiert mit der an dem Baume befindlichen Astholzmasse in einem bestimmten gesetzlichen Verhältnisse stehe.

Nach seinen Untersuchungen soll sich der Zuschlag △, welchen man wegen der Ast- und Reisholzmasse machen muß, um von der Schaftformzahl auf die Baumformzahl überzugehen, in Hunderteln ausgedrückt, z. B. für Eichen, Buchen nach der Formel ergeben:

$\triangle = 0{,}6 \times \frac{D}{d}$ bei sehr dichten, tief am Stamme herabhängenden Kronen

$\triangle = 0{,}5 \times \frac{D}{d}$ bei dichten und ebenfalls ziemlich tief am Stamme angesetzten Kronen.

$\triangle = 0{,}4 \times \frac{D}{d}$ bei minder dichten und tief am Stamme herabreichenden Kronen?

$\triangle = 0{,}3 \times \frac{D}{d}$ bei lichten, hochangesetzten, im gedrängten Schluß erwachsenen Bäumen.

$\triangle = 0{,}2 \times \frac{D}{d}$ bei sehr lichten und ganz hoch am Stamme angesetzten Kronen der im gedrängtesten Schlusse erwachsenen Bäume.

In ähnlicher Weise soll die Astholzmasse anderer Holzarten nach einer Formel ermittelt werden.

Ohne den Versuchen Breymanns im Geringsten zu nahe zu treten glauben wir doch, daß es mißlich sein wird, nach diesem Vorschlage die Ast- und Reisholzmasse der Holzbestände zu bestimmen. Wie will man z. B. in geschlossenen Beständen die Kronendurchmesser nur mit einiger Sicherheit bestimmen und werden durch Ausfüllung dieser Formeln die ohnehin schon überdrüssig vielen Rechnungen nicht noch mehr erweitert? Mit einfacher Benutzung der seitherigen lokalen Fällungsergebnisse im Großen wird man sicher in weit kürzerer Zeit brauchbarere Resultate erhalten.*)

Unser Endurteil über das Breymannsche Bestandesschätzungsverfahren geht dahin, daß bis jetzt noch kein Grund vorhanden ist, zur genauen Ermittlung der Bestandesmassen die Formzahlen an stehenden Bäumen zu bestimmen, daß man vielmehr durch wirkliche Fällung der Probestämme weit sicherer und einfacher zum Ziele kommt, im Falle man keine an liegenden Stämmen ermittelte durchschnittliche Formzahlen (§ 42 A) oder Massentafeln verwenden will, zu welchen wir jetzt übergehen wollen.

*) In den vorher schon angeführten „Tafeln für Forst-Ingenieure und Taxatoren" haben wir diese Methode der Astholzbestimmung nicht mehr gefunden, dagegen ist in denselben der Vorschlag gemacht, die Astholzmasse in Procenten des Schaftgehaltes auszudrücken.

4. Die Bestandes-Schätzung nach Massentafeln.

§ 43.

Bekanntlich erhält man den Kubikinhalt eines stehenden Baumes nach der Formzahlmethode (§ 29) durch Multiplikation der Querfläche desselben (1,3 m vom Boden) mit dessen Scheitelhöhe und Formzahl; ebenso den Masseninhalt eines ganzen Bestandes (§ 42) durch Multiplikation der Kreisflächensumme desselben, mit seiner mittleren Scheitelhöhe und Formzahl oder auch, indem man die Stammzahl des Bestandes mit dem Inhalte des mittleren Modellstammes multipliziert.

Die Massentafeln haben nun teils den Zweck, diese Rechnungen zu ersparen und Rechnungsfehler zu vermeiden, indem sie diese Produkte schon voraus berechnet enthalten; teils aber auch die Aufgabe, die Fällung, Messung und Kubierung der Modellstämme entbehrlich zu machen.

Die bis jetzt veröffentlichetn Massentafeln geben entweder die Kubikinhalte einzelner Bäume an, hierher gehören die von dem Forsteinrichtungsbureau des königl. bayerischen Finanzministeriums, München 1846, bearbeiteten „Massentafeln zur Bestimmung des Inhaltes der vorzüglichsten deutschen Waldbäume“ und die von Schwappach Schuberg und dem Verfasser auf Grund der vom Vereine deutscher forstlicher Versuchsanstalten erhobenen Materialien bearbeiteten Massentafeln für die Kiefer, Fichte und Weißtanne.*) Oder sie enthalten für verschiedene Waldschlußverhältnisse die Kubikmasse pr. Flächeneinheit schon fertig berechnet, hierher gehören die von König schon im Jahre 1840 veröffentlichten und später in seine forstlichen Hilfstafeln übergegangenen „Waldmassentafeln zur leichten Bestandesschätzung im preußischen Maße“.

Als Vater der Massentafeln wird H. Cotta betrachtet, wenn dieselben auch erst mit dem Erscheinen der bayerischen Massentafeln 1846 in der forstlichen Praxis festen Boden gewannen. H. Cotta setzte schon 1804 das Prinzip der Massentafeln klar auseinander**) und stellte speziell für Buchenbestände Massentafeln (von ihm Erfahrungstabellen genannt) auf, welche geordnet nach Durchmesser und Höhe der Bäume deren Kubik-

*) Vergl. Dr. A. Schwappach: Formzahlen und Massentafeln für die Kiefer, Dr. F. Baur: Formzahlen und Massentafeln für die Fichte und K. Schuberg: Formzahlen und Massentafeln für die Weißtanne. Die Massentafeln für die Rotbuche, bearbeitet von Horn, werden bald nachfolgen.

**) H. Cotta: Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen. 1804.

inhalt fertig berechnet enthielten.*) Er selbst hebt Seite 130 seiner Taxation der Waldungen hervor, „wie sehr mit Hilfe so eingerichteter Tabellen das ganze Taxationsgeschäft bei beträchtlicher Ersparniß an Zeit und Mühe an Zuverlässigkeit gewinne".

Da die Grundlagen der bis jetzt veröffentlichen Massentafeln verschieden sind, so wollen wir dieselben in getrennter Behandlung hier folgen lassen.

A. Die Bestandes-Schätzung nach den bayerischen Massentafeln.

a. Prinzip der bayerischen Massentafeln.

Unter den bayerischen Massentafeln versteht man tabellarische Übersichten, welche den Holzgehalt einzelner Bäume, geordnet nach Holzarten, Alter, Durchmesser in 1,3 m vom Boden und Scheitelhöhen enthalten.

Dieselben gründen sich auf die in sämtlichen Regierungsbezirken Bayerns an einer großen Anzahl (40220 Stück) Stämmen berechneten Formzahlen, aus deren Zusammenstellnng sich ergeben hat, daß letztere zwar sehr von einander abweichen, daß sie sich aber in dem Falle in nicht zu weiten Grenzen bewegen, wenn unter mittleren Schlußverhältnissen erwachsene Stämme gleicher Holzart, Höhe, Altersklasse und Durchmesser zusammengestellt werden.

Da hiernach die Größe der Formzahlen vorzugsweise von der Zusammenwirkung dieser vier Momente abhängig ist, so lag der Gedanke nahe, die an 40220 liegenden Stämmen ermittelten Formzahlen zunächst so zu gruppieren, daß Bäume gleicher Holzart, Höhe, Durchmesser und Altersklasse je eine Gruppe bildeten, sodann die sich etwa ergebenden Unregelmäßigkeiten zu vergleichen, sämtliche Formzahlen einer Gruppe zu addieren und durch die Anzahl der Stämme zu dividieren, um in dem Quotienten eine mittlere Formzahl zu erhalten, welche, mit der Grundfläche des Baumes bei $4^1/_2$ bayer. Fuß (1,3 m) über der Erde und der Scheitelhöhe der Gruppe multipliziert, den mittleren Inhalt eines Baumes einer solchen Gruppe mit großer Genauigkeit ergeben mußte.

In diesen wenigen Worten liegt das Prinzip, auf welchem die bayerischen Massentafeln beruhen. In denselben sind daher die Produkte

*) Man vergleiche auch: „Allgemeine Forst- und Jagdzeitung" von 1874, Seite 255. Sodann: „Beiträge zur gesamten Forstwissenschaft". Herausgegeben von J. Ch. Hundeshagen. Fortgesetzt von von Dr. J. L. Klauprecht, 3. Band, 2. Heft, 1845, Seite 65—86.

g.H.f für alle in der Praxis vorkommende Fälle schon fertig berechnet, während bei der im vorigen Paragraphen geschilderten Formzahlmethode diese Rechnungen in jedem einzelnen Falle erst durchgeführt werden müssen. Taxatoren, welche daher für Bestandesschätzungen die Formzahlmethode wählen, können sich prinzipiell auch nicht gegen den Gebrauch der Massentafeln aussprechen.

Wer sich über das bei der Ausgleichung von Unregelmäßigkeiten, sowie der Interpolation der Zwischenglieder, eingehaltene Verfahren näher unterrichten will, lese in den von dem königl. bayerischen Forsteinrichtungsbureau herausgegebenen Massentafeln Seite 35 bis 39 nach.

Die zu einer Gruppe vereinigten Formzahlen wichen zwar im Einzelnen mitunter noch beträchtlich von einander ab, doch ergab sich, daß diese Differenzen sich bei den Durchschnitten einer kleineren Anzahl Stämme auf eine so befriedigende Art ausgleichen, daß schon bei der Massenermittlung einer mäßigen Anzahl zu einer Gruppe gehörigen Bäume, die aus solchen Durchnitten hervorgegangenen Formzahlen ohne Bedenken angewendet werden können. Die Genauigkeit des Resultats wird aber, nach dem Prinzipe der Methode, in dem Grade vermehrt, von je mehr zusammengehörigen Stämmen man die Masse nach den Durchschnittsformzahlen ermitteln will.

Wollte man jedoch von den aus Durchschnittswerten hervorgegangenen Formzahlen auch bei der Massenermittlung einzelner Bäume Gebrauch machen, so können sich natürlich die zwischen den Formzahlen bestehenden Differenzen nicht ausgleichen und es sind, wenn auch nur in seltenen Fällen, nämlich bei sehr abnormen Baumgebilden, größere Fehler selbst bis zu 20 Prozent möglich.

Die bayerischen Massentafeln sind daher auch nicht zur Massenermittlung einzelner Bäume, sondern für unter gewöhnlichen Verhältnissen erwachsene Hochwaldbestände berechnet, und wer solchen Tafeln den Vorwurf machen will, daß bei Schätzung einzelner Stämme beträchtliche Differenzen möglich seien, zeigt hierdurch nur, daß er das Prinzip derselben nicht richtig aufgefaßt hat.

Was die Kubierung des Stamm- und Astholzes betrifft (die Stockholzmasse ist in den Massentafeln nicht berücksichtigt), so wurde dasselbe in Sektionen, welche 10 bayer. Fuß (= 2,92 m) nicht übersteigen durften, zerlegt und als abgestutzte parabolische Kegel berechnet. Zum Abgreifen der Durchmesser dienten bis in $^1/_{10}$ Zoll (= 0,0024 m) geteilte Kluppen.

Bei den zu einer Gruppe vereinigten Stämmen wurden bei den Durchmessern Abstufungen von nur einem Zoll (= 0,024 m) bei den Höhen von 10 zu 10 Fuß (= 2,92 m) und bei den Altern von 30 zu 30 Jahren (angehend haubar und haubar) angenommen. Die in den Tafeln enthaltenen Inhalte gründen sich natürlich auf die berichtigten und verglichenen Formzahlen.

Die bayerischen Massentafeln enthalten daher die Masse für haubare und nahe haubare Bestände der Fichten, Tannen, Lärchen, Kiefern, Buchen, Eichen, und Birken, für die in der Regel vorkommenden Stärkestufen und Höhen. Die Stärke der Stämme wird 1,3 m über dem Boden (Brusthöhe) in geraden Centimetern gemessen. Die Höhe bezeichnet die ganze Länge des Baumes vom Stockabschnitt bis zum äußersten Gipfel desselben und wird in Metern oder halben Metern ausgedrückt. Die Stockhöhe selbst ist zu 6 (= 0,15 m) bis höchstens 16 Zoll (= 0,39 m), je nach der Stärke der Stämme, angenommen. Für Birken und Eichen wurde das Alter nicht berücksichtigt. Bei den Laubhölzern und Kiefern erstreckt sich der in Kubikfußen (jetzt Festmetern) ausgedrückte Inhalt über die Masse des Stammes und der Äste bis zu 1 Zoll (= 0,024 m) Stärke herab; bei den Tannen, Fichten und Lärchen aber nur auf die Masse des Stammes einschließlich des Gipfels.

Wie der um die Holzmeßkunde verdiente königl. preuß. Oberförster Stahl in seinen „Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Bäume u. s. w., Berlin 1852", mitteilt, wurden die Massentafeln, bevor sie bei dem bayerischen Forstpersonale zum Dienstgebrauch eingeführt wurden, erst noch beiläufig in folgender Weise geprüft:

In ganz Bayern wurden Messungen vorgenommen, die daher alle Boden- und klimatischen Verhältnisse umfassen, welche von den Hochalpen bis zu den Ebenen des Rheins und Mains sich finden, und gewiß höchst verschiedenartig genannt werden müssen. Wir können uns hier nur auf einen Auszug aus der sehr interessanten Vergleichung des Massengehaltes wirklich gemessener Stämme mit jenem der Massentafeln beschränken, weil das ganze einen zu großen Raum in Anspruch nehmen würde.

Die Holzmasse der in jedem Forstamte von jeder Holzart gemessenen Stämme, deren Anzahl bald mehr, bald weniger — von 6 bis 1221 Stück betrug, — wurde nach den Ergebnissen der Messung und nach den Tafeln summiert, beide Summen hierauf mit einander verglichen und die Differenzen in Prozenten der Masse angegeben. Auf diese Weise entstanden 177 einzelne Vergleichungen oder Positionen, welche sich nachfolgend übersichtlich zusammengestellt finden.

Holzarten	Anzahl der Stämme, welche jede Position enthält	Anzahl der Positionen	Anzahl der Differenzen von			Der wievielste Teil sämtlicher Differenzen 5 Prozent übersteigen	Größte vorgekommene Differenz
			2 und weniger	2,1—5	über 5		
			Prozent				Prozent
Fichten	10 und weniger	1			1	1,00	7,4
	21— 50	4	1		3	0,75	5,8
	51—100	7	4	2	1	0,14	5,6
	101—500	25	8	15	2	0,08	6,2
	über 500	10	4	6		0	4,7
	Summe	47	15	23	7	0,15	7,4
Tannen	10 und weniger	1			1	1,00	7,4
	11— 20	5	3		2	0,40	7,3
	21— 50	7	2	3	2	0,29	7,4
	51—100	10	4	6		0	4,7
	101—500	9	4	3	2	0,22	8,6
	über 500	2	1	1		0	3,0
	Summe	34	14	13	7	0,19	8,6
Kiefern	10 und weniger	2	1	1		0	2,3
	11— 20	3	1	1	1	0,33	5,1
	21— 50	5	2	1	2	0,40	5,7
	51—100	6	2	3	1	0,17	5,6
	101—500	9	7	2		0	2,8
	Summe	25	13	8	4	0,16	5,7
Lärchen	51—100	1			1	1,00	6,5
	101—500	1	1			0	1,1
	Summe	2	1		1	0,50	6,5
Eichen	11— 20	2		1	1	0,50	9,3
	21— 50	3		3		0	5,0
	51—100	6	2	4		0	4,5
	101—500	8	3	4	1	0,12	7,7
	Summe	19	5	12	2	0,11	9,3

Holzarten	Anzahl der Stämme, welche jede Position enthält	Anzahl der Positionen	Anzahl der Differenzen von 2 und weniger (Prozent)	2,1—5 (Prozent)	über 5 (Prozent)	Der wievielste Teil sämtlicher Differenzen 5 Prozent übersteigen	Größte vorgekommene Differenz Prozent
Buchen	10 und weniger	4	1	1	2	0,50	9,1
	11— 20	3	1		2	0,67	10,8
	21— 50	6		3	3	0,50	8,4
	51—100	6	2	1	3	0,50	8,8
	101—500	15	5	4	6	0,40	9,5
	über 500	2		2		0	3,5
	Summe	36	9	11	16	0,44	10,8
Birken	10 und weniger	1	1			0	0,3
	21— 50	3	1	1	1	0,33	6,5
	51—100	2		2		0	4,5
	101—500	6		5	1	0,17	5,3
	über 500	2	1	1		0	6,6
	Summe	14	3	9	2	0,14	6,5
Summe	10 und weniger	9	3	2	4	0,44	9,1
	11— 20	13	5	2	6	0,41	10,8
	21— 50	28	6	11	11	0,39	8,4
	51—100	38	14	18	6	0,29	8,8
	101—500	73	28	33	12	0,16	9,5
	über 500	16	6	10		0	4,7
	Summe	177	62	76	39	0,22	10,8

Der mit der Bearbeitung der Massentafeln beauftragte königl. bayerische Regierungs- und Forstrat im Staatsministerium der Finanzen, v. Spitzel hatte die Güte, Oberförster Stahl für seine erwähnte Schrift umfangreiche Mitteilungen über den Gegenstand zu machen. Da dieselben hinreichendes allgemeines Interesse bieten, so sollen hier die bezüglichen Stellen wörtliche Aufnahme finden. Oberförster Stahl fährt nämlich nach vorstehender Übersicht wie folgt fort:

„Es geht hieraus hervor, daß bei allen Holzarten die Differenzen zwischen dem Holzgehalt nach der Messung und dem nach der Tafel desto kleiner werden, je mehr Stämme zur Vergleichung kommen. Von den 9 Vergleichungen und Positionen, die z. B. 10 und weniger Stämme von allen Holzarten betrafen, ergaben 4, oder 0,44 dieser 9 Vergleichungen, Differenzen, welche 5 Prozent übersteigen; bei den 73 Positionen, in welchen von 101 bis 500 Stämme zusammengefaßt und mit den Massentafeln verglichen wurden, übersteigen nur noch 12 oder 0,16 von allen die Höhe von 5 Prozent; bei 16 Positionen, die über 500 Stämme enthielten, hat sich keine Differenz ergeben, die 5 Prozent erreicht, und in der weiterhin erfolgenden Hauptzusammenstellung findet eine fast vollständige Ausgleichung statt."

„Was die vorgekommenen einzelnen nicht unerheblichen Differenzen betrifft, — die größte, welche überhaupt bei einer Position vorgekommen ist, beträgt 10,8 Prozent — so bemerkt Herr von Spitzel ausdrücklich, daß die Zusammenstellung alle in fraglicher Beziehung angestellten Untersuchungen enthält. Es sei leicht gewesen, durch Weglassung einiger mehr abweichenden Ergebnisse, ein scheinbar noch günstigeres Resultat zu erzielen. Es hätte sich solches sogar rechtfertigen lassen, da in einigen Bezirken wahrscheinlichst nicht mit der nötigen Sorgfalt bei den Messungen verfahren wurde und dadurch größere Abweichungen herbeigeführt sein dürften; dessen ungeachtet wären diese Ergebnisse von der Aufnahme in die Zusammenstellung nicht ausgeschlossen worden."

„Wenn man bedenkt, wie viele Personen zu diesen Untersuchungen verwendet werden mußten, so ist es natürlich, daß nicht alle mit gleicher, einzelne nicht mit hinreichender Sorgfalt verfahren sein werden, und selbst einzelne Versehen nicht ganz haben vermieden werden können. Nehmen wir aber auch den unwahrscheinlichsten Fall, daß alle Differenzen den Massentafeln allein zur Last zu legen wären, so wird dennoch jeder Sachverständige einräumen müssen, daß bis jetzt kein anderes Verfahren zur Ermittlung des Holzgehaltes stehender Bäume bekannt ist, das eine gleiche Probe ebenso gut bestehen würde."

„Die endliche Zusamenstellung nach den Holzarten gab folgende Resultate:

Holzarten	Der gemessenen Stämme			Die Tafel giebt			
	Anzahl	Masse nach der Messung	Masse nach der Tafel	zu viel		zu wenig	
		Kubikfuß		Kubikfuß	Prozent	Kubikfuß	Prozent
Fichten . . .	18780	1104138	1108247	4109	0,4		0,5
Tannen . . .	4500	370110	368329			1781	0,8
Kiefern . . .	3085	140520	139422			1098	
Lärchen . . .	554	8941	8967	26	0,3		
Eichen . . .	2616	222626	222657	31	0,01		
Buchen . . .	4230	231214	234621	3407	1,5		
Birken . . .	2801	31002	31236	234	0,7		
Summe	36566	2108551	2113479	4928	0,2		

„Selbst unbillige Forderungen dürften hierdurch befriedigt sein."

„Herr von Spitzel bemerkt ferner, daß nicht selten in Bezirken, welche bezüglich ihrer Boden- und Bestandesverhältnisse sich vollkommen gleich stehen, die Ergebnisse in dem einen Forstamte ein Mehr, in dem anderen ein Weniger gegen die Massentafeln ergeben haben, hierin aber der Beweis liegen dürfte, daß die Abweichungen weniger in den Orts- und Bestockungs-, oder Wachstums-, als in anderen Verhältnissen und insbesondere in der Messungsart der Stämme ihren Grund haben."

Diese Ansicht findet durch die Erfahrungen, welche man in Württemberg, in Preußen, im Großherzogtum Hessen u. s. w. gemacht hat, wo man die bayerischen Massentafeln ebenfalls eingehend auf ihre Brauchbarkeit prüfte, sowie durch die Versuche des Oberförsters Stahl, noch weitere Unterstützung.

Die zur Prüfung der Massentafeln in Württemberg angestellten Versuche haben folgende Ergebnisse geliefert*):

Holzarten	Der gemessenen Stämme			Die Tafel giebt			
		Masse nach der					
	Anzahl	Messung	Tafel	zu viel		zu wenig	
		Kubikinhalt		Kubikfuß	Prozent	Kubikfuß	Prozent
Fichten . . .	107	4347,9	4352,6	3,7	0,09		
Tannen . . .	9	379,2	393,2	14,0	3,7		
Kiefern . . .	6	337,5	330,8			6,7	2,0
Summe	122	5064 6	5076,6	11,0	0,2		
Tannen . . .	496	35586,1	35166,8			419,3	1,2
Fichten . . .	203	7922,2	7806,6			115,4	1,5
Kiefern . . .	250	8950,3	9247,1	297,3	3,3		
Buchen . . .	236	4906,3	5147,1	240,8	4,9		
Birken . . .	33	556,0	561,2	5,5	1,0		
Summe	1218	59920,9	57928,8	8,9	0,0015		
Total-Summe	1340	62985,5	63005,4	19,9	0,003		

Dies sind, bemerkt Oberförster Stahl, und wir pflichten ihm vollkommen bei, unbedenklich Resultate, die nichts zu wünschen übrig lassen.

Auch für Preußen hat Oberförster Stahl die bayerischen Massentafeln namentlich für Kiefern geprüft und dieselben gleichfalls sehr anwendbar gefunden. In seiner mehrfach angezogenen Schrift teilt er eine Anzahl Versuche mit, welche er in dem Rüdersdorfer Forst in der Absicht angestellt hat, zu untersuchen, ob sich die Tafeln auch für solche Kiefernstämme eignen, die auf ganz schlechtem Boden erwachsen oder vollständig unterdrückt sind, nur sehr geringen Zuwachs haben und in dieser Beziehung als Extreme angesehen werden können. Die Resultate waren im Gesamtergebnisse folgende:

*) Vergleiche auch Monatschrift für das Württembergische Forstwesen II. Bd., Stuttgart 1851, Verlags-Comptoir des Staatsanzeigers.

Nummer der Jagen	Der gemessenen Stämme			Die Tafel giebt			
	Anzahl	Masse nach der		zu viel		zu wenig	
		Messung	Tafel	Kubikfuß	Prozent	Kubikfuß	Prozent
		Kubikfuß					
32	22	305,2	307,2	2,0	0,7		
46	84	502,2	520,5	18,3	3,6		
59	157	5664,0	5603,7			60,3	1,1
Summe	263	6471,4	6431,4			40,0	0,6

Oberförster Stahl, welcher in verdienstlicher Weise die bayerischen Massentafeln auf preußisches Maß umrechnete, prüfte seine Massentafeln in der Oberförsterei Rübersdorf an 42056 Stämmen, welche gelegentlich der Holzmassenermittlung in diesem Revier in zwanzig verschiedenen Jagen, welche sich über die II., III. IV. und V. Pfeilsche Standortsklasse verbreiteten, aufgenommen wurden. Da auch dieser große Versuch sehr für die Brauchbarkeit derartiger Tafeln spricht, so wollen wir die Resultate hier im Auszug folgen lassen*)

*) Weiteres über diesen Gegenstand wolle man Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1866, Seite 294, nachlesen.

Nummer		Der gemessenen Stämme				Die Tafel giebt daher		Die Differenz beträgt Prozente des Ertrages
der Jagen	der Standortsklasse nach Pfeil	Alter	Anzahl	Masse nach der Messung	Masse nach der Tafel	zu viel	zu wenig	
				Klafter		Klafter		
3	IV	85	105	38	36		2	5,3
14	III	80	1929	462	508	46		10,0
22	III	80	1386	335	350	15		4,5
27	IV	100	101	29	32	3		10,1
37	IV	100	261	79	82	3		3,8
75	III	120	2145	752	797	45		6,0
82	III	120	846	298	302	4		1,3
88	IV	101	6623	1709	1551		158	9,3
92	IV	101	4562	1143	1159	16		1,4
97	III	110	1053	346	365	19		5,5
102	II	120	1720	1022	1055	33		3,2
106	III	80	2612	500	508	8		1,6
108	II	72	2616	720	712		8	1,1
139	III	96	1752	619	570		49	7,9
145	III	70	2755	553	691	38		6,9
156	III	78	1907	457	459	2		0,4
165	III	70	2543	562	574	12		2,1
215	III	76	3817	983	993	10		1,0
216	III	38	860	23	24	1		4,3
250	V	96	5433	530	547	17		3,2
	Summe		45026	11160	11215	55	—	—

Als weiterer Beweis, daß auch andere deutsche Forstverwaltungen den bayerischen Massentafeln alle Aufmerksamkeit schenkten, möge dienen, daß durch Verfügung K. Preuß. Finanzministeriums vom 22. Februar 1854, die Regierungen zu Königsberg, Danzig, Marienwerder, Bromberg, Stettin, Cöslin, Breslau, Liegnitz, Potsdam, Frankfurt, Magdeburg, Merseburg und Erfurt veranlaßt wurden, die auf preußisches Maß umgerechneten bayerischen Massentafeln in Absicht auf ihre Verwendbarkeit und Zweckmäßigkeit zu prüfen. Infolge dieser Aufforderung wurden Messungen und Vergleiche an 70546 Stämmen vorgenommen und sprechen sich 9 Regierungen für und nur 4 Regierungen gegen die Einführung der Massentafeln aus. Die gegen die Massentafeln erhobenen Einwände wurden aber später schlagend von Oberförster Stahl widerlegt.*)

*) Vgl. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. von J. Th. Grunert, 12. Heft, S. 133.

Die Resultate sind in den Anlagen A. nach Regierungsbezirken und in B. nach Holzarten übersichtlich zusammengestellt.*)

A.

Regierungsbezirk	Untersuchte Stammzahl	Die Berechnung nach den Tafeln gegen die Wirklichkeit stellt sich höher %	niedriger %	Höchste Differenz Plus %	Minus %
Königsberg . .	1668	—	3,2	3 in Birken	6,2 in Kiefern
Danzig . . .	1701	—	0,5	15,7 „ Buchen	14,9 „ Buchen
Marienwerder .	2431	—	0,6	26 „ Kiefern	14,0 „ „
Bromberg . .	80	0,06	—	4 „ Eichen	1 „ Kiefern
Stettin . . .	5695	0,2	--	6 „ „	16 „ „
Cöslin . . .	96	2,8	—	8,4 „ Buchen	5 „ „
Breslau . . .	14	—	6,3	—	10 „ „
Liegnitz . . .	212	—	2,3	28,1 „ Kiefern	10,2 „ Fichten
Potsdam . .	4130	2,7	—	3,9 „ „	1,1 „ Birken
Frankfurt a/O.	39631	3,0	—	3,4 „ „	24 „ Kiefern
Magdeburg . .	1889	3,1	—	27 „ Birken	3,8 „ „
Merseburg . .	1287	—	1,3	3 „ Eichen	18 „ Lärchen
Erfurt . . .	11720	0,9	--	10 „ Buchen	24,7 „ Fichten
Summe	70546	1,8	—		

B.

Holzarten	Untersuchte Stammzahl	Die Tafeln ergaben mehr %	weniger %	Höchste Differenz Plus %	Minus %
Eichen . .	2665	2,04	—	9 in Liegnitz	—
Buchen . .	7021	0,89	—	15,7 „ Danzig	14,9 in Danzig
Hainbuchen	36	0,2	—	0,2 „ Königsberg	—
Birken . .	1022	0,06	—	27 „ Magdeburg	4,5 „ Königsberg
Aspen . .	290	0,9	—	3,4 „ Danzig	2,4 „ Danzig
Erlen . .	34	—	3	—	0,4 „ Königsberg
Kiefern . .	52581	2,3	—	28,1 „ Liegnitz	24 „ Frankfurt
Fichten . .	6827	0,4	—	11 „ Magdeburg	24,7 „ Erfurt
Weißtannen	51	—	4,2	—	5 „ Liegnitz
Lärchen . .	19	—	19	—	18 „ Merseburg
Summe	70546	1,8	—	28,1 %	24,7 %

*) Die einzelnen Resultate wolle man in J. Th. Grunert, 12. Heft, S. 142 u. f. nachlesen.

Die Versuche wären jedenfalls noch genauer ausgefallen, wenn dieselben in allen Regierungsbezirken resp. Oberförstereien mit gleich guten Instrumenten, gleicher Aufmerksamkeit, gleicher Instruktion und gleicher Liebe für die Sache ausgeführt worden wären.

Schließlich wollen wir noch der im Großherzogtum Hessen angestellten Versuche mit wenigen Worten gedenken. Die Gr. Hess. Oberforstdirektion hat nämlich die für Hessen wichtigsten Tafeln für haubare (90- und mehrjährige) Kiefern und Buchen auf Gr. Hess. Maß umrechnen lassen und durch Ausschreiben vom 8. Juni 1855 sämtliche Forstämter des Landes aufgefordert, über die Richtigkeit der Tafeln vergleichende Versuche mit wirklichen Fällungsergebnissen anzustellen. Die Versuche dehnten sich damals über 56 Oberförstereien aus und bezogen sich auf 8401 Buchen und 2456 Kiefern. Eine Zusammenstellung der Resultate haben wir bereits, mit Genehmigung genannter Behörde, im Jahrgang 1864, Seite 178, der allgemeinen Forst- und Jagdzeitung geliefert und können daselbst nachgelesen werden. Dieselben lieferten den Beweis, daß die Tafeln auch für das Großherzogtum Hessen als durchaus brauchbar betrachtet werden können. Die 8401 Buchen ergaben nach den Massentafeln, gegenüber der Wirklichkeit, einen um 0,9 % zu kleinen Inhalt. Wir stellten sämtliche Versuche damals in 56 Positionen zusammen und es ergaben sich hierbei:

35 Positionen mit nur 0— 5 % Fehler
16 „ „ „ 5,1—10 „ „ und nur
5 „ „ „ 10,1—16 „ „

Ebenso zuverlässige Resultate lieferten die 2456 Kiefern, welche auf 3 % genau stimmten. Mit Weglassung einer einzigen Position (13 % Fehler), wo die Versuche, wie mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, nicht mit hinreichender Schärfe ausgeführt wurden, hätte man den Gesamtfehler auf die verschwindend kleine Größe von 0,5 % reduzieren können. Es ergaben:

7 Positionen nur 0— 5 % Fehler
8 „ „ 5,1—10 „ „ und nur
1 „ „ 13 „ „

Faßt man die Resultate der zur Prüfung der Massentafeln unter so verschiedenen Standorts- und Bestandesverhältnissen angestellten Untersuchungen zusammen, so muß man staunen, in welch befriedigender Weise die durch so verschiedene Hände aufgestellten bayerischen Massentafeln die Prüfung bestanden haben.

Es scheint unzweifelhaft, daß in vorliegender Weise aus richtig ermittelten durchschnittlichen Formzahlen abgeleitete Massentafeln an den verschiedensten Orten und in den verschiedensten Beständen angewendet werden können; ja daß die Resultate derselben diejenigen aller bis jetzt bekannten Methoden, Bestände ohne Probefällungen aufzunehmen, an Güte übersteigen werden, wenn nur die aufzunehmenden Bestände von einiger Ausdehnung sind.

Die bayerischen Massentafeln wurden anfänglich von einer Anzahl Forstmänner mit Mißtrauen aufgenommen. Namentlich wollte man denselben nur mehr lokalen Wert zuerkennen, weil sie unmöglich für alle möglichen Standorts- und Bestandesverhältnisse gleich passend sein könnten. Wenn es nun auch außer Zweifel steht, daß Schluß und Standort auf die Form der Bäume einwirken, so haben die Gegner der Massentafeln doch übersehen, daß bei der Art und Weise, wie in den bayerischen Massentafeln die Stämme gruppiert sind, die Faktoren des Standorts in befriedigender Weise eingeschlossen sind. Stehen z. B. zwei unter mittleren Schlußverhältnissen erwachsene Bäume auf verschiedenen Standorten, so werden sie bei gleichem Alter sicher keine gleichen Höhen und Durchmesser haben und umgekehrt. Beide Stämme eignen sich daher nicht zur Vergleichung und fallen nach den bayerischen Massentafeln verschiedenen Gruppen zu.

Es muß als ein wesentlicher Fortschritt der Bestandesschätzung der Neuzeit betrachtet werden, daß das den bayerischen Massentafeln zu Grunde liegende Prinzip nach langem Streit schließlich allgemein als richtig angenommen wurde. Selbst Preßler, der früher nur in der Ausbildung seiner Normalformzahlen und seiner Richtpunktshöhenmethode das Endziel der Bestandesschätzung erblickte, und am heftigsten nach dem Prinzipe der bayerischen Massentafeln weiter gebaute Schätzungshilfen bekämpfte, hat später seine Opposition eingestellt und Tafeln, welche das Alter mehr wie die bayerischen Massentafeln berücksichtigen, „als sehr sichere und vorzügliche Taxationshilfen" bezeichnet. Die neueren Untersuchungen der forstlichen Versuchsanstalten haben jedoch ergeben, daß die bayerischen Massentafeln auch das Alter in vollständig befriedigender Weise berücksichtigt haben.

Die bayerischen Massentafeln wurden später von Regierungsrat H. Behm*) und Oberforstrat Ganghofer**) in Metermaß, vom Oberförster Buschek in österr. Maß umgerechnet***).

b. Gebrauch der bayerischen Massentafeln.

Derselbe ist so einfach, daß im allgemeinen auf die den Massentafeln beigegebene Gebrauchsanweisung verwiesen werden kann. Zunächst

*) Massentafeln zur Bestimmung des Gehaltes stehender Bäume an Kubikmetern fester Holzmasse, berechnet von H. Behm. Zweite Auflage. Berlin 1875, Verlag von Julius Springer.

**) Der praktische Holzrechner ꝛc. Zweite Auflage. Augsburg 1875.

***) Vergl. Verhandlungen der Forstsektion für Mähren und Schlesien, Jahrgang 1855, zweites Heft, Brünn, bei Nitsch und Große.

wird der Bestand, getrennt nach Holzarten, in Abstufungen von geraden Centimetern kluppiert, wodurch sich die Stammzahl jeder Stärkestufe ergiebt. Hierauf müssen die mittleren Höhen der Stämme der einzelnen Stärkestufen ermittelt werden. Es geschieht das in der Art, daß man mit dem Höhenmesser die Scheitelhöhen einiger schwächeren, mittleren und stärkeren Bäume, sowie ihre zugehörigen Brustdurchmesser mißt, letztere auf eine horizontale Abszissenlinie, die zugehörigen Höhen aber als Ordinaten aufträgt, die so gefundenen Ordinatenpunkte mit einander durch gerade Linie verbindet und kleinere Unregelmäßigkeiten durch einen freihändigen Kurvenzug, die Höhenkurve, ausgleicht. Von dieser Höhenkurve können dann leicht die mittleren Höhen der einzelnen Stärkestufen abgegriffen werden.

Endlich ist der fragliche Bestand noch in die Altersklasse 60—90 (angehend haubar) oder über 90 Jahre (haubar) einzureihen, und man kann dann leicht aus der entsprechenden Massentafel auf Grund des gemessenen Durchmessers und der Höhe der betreffenden Stärkestufe den Inhalt *eines* Stammes derselben ablesen. Wird dieser Inhalt *eines* Stammes der Stärkestufe mit der Stammzahl derselben multipliziert, so ergiebt sich der Kubikinhalt der Stärkestufe. In derselben Weise werden die Inhalte aller Stärkestufen berechnet.

Die bayerischen Massentafeln lassen aber auch abgekürzte Verfahren der Massenermittlung zu. Man kann nämlich, im Falle Durchmesser und Höhen der Stämme nicht sehr stark differieren, aus allen Stämmen der betreffenden Holzart die Stärke des arithmetisch-mittleren Modellstammes, sowie die dieser entsprechende Höhe ermitteln. Man erhält dann die Bestandsmasse, wenn man den in den Tafeln aufzuschlagenden Inhalt des Mittelstammes mit der Stammzahl des Bestandes resp. der Holzart multipliziert. In ganz analoger Weise kann auch die Kubierung nach Klassenstämmen geschehen, deren mittlere Durchmesser, Höhen und Alter man vorher feststellen muß.

Beispiel: In Muster 1, Seite 286, befinden sich:

8	Stämme	von	20	Centimeter.
17	„	„	22	„
88	„	„	24	„
163	„	„	26	„
303	„	„	28	„
268	„	„	30	„
196	„	„	32	„
82	„	„	34	„
74	„	„	36	„
24	„	„	38	„

Nehmen wir nun an, es betrügen die Durchschnittshöhen der Stämme von

20, 22	und	24	Centimeter	24	Meter,
26, 28	„	30	„	25	„
32	„	34	„	26	„
36	„	38	„	27	„

so findet man in die von Behm auf Metermaß umgerechneten bayrischen Massentafeln für Buchen:

Den	Kubikinhalt	eines	24	m	hohen	20	cm	starken	Stammes	=	0,40	Kubikmeter.
„	„	„	„	„	„	22	„	„	„	=	0,49	
„	„	„	„	„	„	24	„	„	„	=	0,59	
„	„	„	25	„	„	26	„	„	„	=	0,72	
„	„	„	„	„	„	28	„	„	„	=	0,84	
„	„	„	„	„	„	30	„	„	„	=	0,97	
„	„	„	26	„	„	32	„	„	„	=	1,15	
„	„	„	„	„	„	34	„	„	„	=	1,30	
„	„	„	27	„	„	36	„	„	„	=	1,52	
„	„	„	„	„	„	38	„	„	„	=	1,70	

Daher	Holzmasse	der	20	cm	Stärkestufe	= 0,40	×	8	=	3,20
„	„	„	22	„	„	= 0,49	×	17	=	8,33
„	„	„	24	„	„	= 0,59	×	88	=	51,92
„	„	„	26	„	„	= 0,72	×	163	=	117,36
„	„	„	28	„	„	= 0,84	×	303	=	254,52
„	„	„	30	„	„	= 0,97	×	268	=	259,96
„	„	„	32	„	„	= 1,15	×	196	=	225,40
„	„	„	34	„	„	= 1,30	×	82	=	106,60
„	„	„	36	„	„	= 1,52	×	74	=	112,48
„	„	„	38	„	„	= 1,70	×	24	=	40,80
					Summa des Buchenholzes exkl. Stockholz				=	1180,57 Kubikmeter.

B. Die Massentafeln des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten.

Dieselben beruhen auf dem Prinzipe der bayrischen Massentafeln und stellen sich die Aufgabe einzelne Unvollkommenheiten der letzteren durch bereits vorgenommene und noch weiter auszuführende umfangreiche Untersuchungen zu beseitigen. Diese neuen Massentafeln zeichnen sich ferner noch dadurch von den älteren bayrischen Massentafeln aus, daß das Material zu denselben von verhältnißmäßig wenigen aber zuverlässigen Personen auf Grund eines sorgfältig berathenen und festgestellten Arbeitsplanes gesammelt und verarbeitet wurde. Infolgedessen enthalten dieselben genaue Bestimmungen über den Meßpunkt (1,3 m vom Boden), über die Stockhöhe, die Bildung der Altersklassen, die Kubierung der zur Untersuchung gezogenen Stämme und die Ermittlung ihrer Formzahlen u. s. w. Der

Hauptvorzug der neuen Massentafeln besteht aber darin, daß dieselben die Derb-, Reis- und Baummasse, teilweise auch die Schaftmasse, jedes einzelnen Baumes enthalten, während die bayrischen Massentafeln für Lärche, Fichte und Tanne nur die Schaftmasse, für Buche, Eiche, Birke und Kiefer aber nur die Baummasse exkl. der Äste von weniger als 0,024 m Stärke angeben. Auch enthalten die neuen Massentafeln die Inhalte 20—60 jähriger Stämme, während die bayrischen Massentafeln nur 60 und mehrjährige Bäume berücksichtigten.

Weiteres kann in den mehrfach genannten Schriften nachgelesen werden. Insbesondere geben meine „Formzahlen und Massentafeln für die Fichte" *) Auskunft über das Grundmaterial, die Art der Verarbeitung desselben und über den Gebrauch der Massentafeln.

C. Die Schätzung nach König's Waldmassentafeln.

Schon im Jahre 1840 hat der in vieler Beziehung um das Forstwesen verdiente Oberforstrat König in Eisenach diese Tafeln auf Veranlassung der Kaiserlich Russischen Gesellschaft zur Beförderung der Waldwirtschaft veröffentlicht und diesem Vereine zur Erhaltung der Wälder verehrt, damals aber für die Versammlung deutscher Land- und Forstwirte besonders abdrucken lassen. Jetzt sind dieselben nach unserer Ansicht, wenigstens in ihrer jetzigen Gestalt, als veraltet zu betrachten und durch weit einfachere und zuverlässigere Methoden ersetzt worden. Wir dürfen uns daher auch bei der Behandlung der König'schen Massentafeln kurz fassen.

Dieselben sollen nämlich zu jeder Bestandeshöhe und Stammform und zu jedem Waldschlusse den erfahrungsmäßigen Holzgehalt auf einem preußischen Morgen ohne sonderliche Kenntnisse der Forsttaxation leicht und sicher

von Eichen- und Buchenbeständen,
von Fichten- und Tannenbeständen,
von Kiefern- und Lärchenbeständen,
von Erlen- und gemischten Niederwaldbeständen, sowie
von Birkenbeständen

angeben.

Seit der Zeit sind diese Tafeln nicht allein in alle Auflagen der Hilfstafeln zu König's Forstmathematik in fast unveränderter Form über-

*) Dr. F. Baur. Formzahlen und Massentafeln für die Fichte. Berlin. Verlag von Paul Parey. 1890.

gegangen, sondern in letzterer selbst ist eine nicht geringe Anzahl Blätter der Erklärung und Begründung derselben gewidmet; so daß Anfänger leicht glauben könnten, es wären diese Waldschätzungstafeln in der Gegenwart wirklich noch ein zweckmäßiges Werkzeug der Bestandesschätzung. Die Grundlage der Tafeln ist eine sehr unsichere und die mit denselben erreichbaren Resultate sind meist ungenau.

Ehe wir uns ein begründetes Urteil über die praktische Bedeutung der fraglichen Tafeln für die Gegenwart bilden können, muß die Grundlage derselben zuvor mit kurzen Worten berührt werden.

Dieselben beruhen auf der richtigen Annahme, daß, wenn man die Kreisflächensumme G der Stämme auf einer Flächeneinheit (Morgen) mit der mittleren Scheitelhöhe H und der mittleren Formzahl f multipliziert, man in dem Produkt die Masse M auf der Flächeneinheit, nämlich

$$M = G.H.f$$

erhalte. Würden nun die hier nötigen Formzahlen gute Durchschnittsformzahlen sein, geschähe ferner die Ermittlung der Scheitelhöhe durch sorgfältige Messung mittelst Höhenmesser, und berechnete man endlich die Kreisflächensumme durch stammweise Aufnahme in bekannter Weise, dann wären alle die Masse bestimmenden Faktoren durch Messung (nicht Schätzung) bestimmt, und auch das Resultat müßte ein befriedigendes sein. In diesem Falle würde aber auch das Verfahren grundsätzlich von der § 42 A geschilderten Formzahlmethode nicht abweichen, d. h. die König'schen Waldbestandstafeln wären entbehrlich und hätten vor der Schätzung nach Formzahlen nur das Eine voraus, daß man das Produkt der drei Faktoren, nämlich G.H.f in den Tafeln von König pro Flächeneinheit (Morgen) schon fertig berechnet fände.

Hiermit hätte man aber immer erst den Massengehalt eines preußischen Morgens; um von diesem z. B. auf den Massengehalt eines 30 Morgen großen Bestandes sicher schließen zu können, müßte die Voraussetzung eintreffen, daß der eine Probemorgen an einer Stelle des Bestandes ausgewählt würde, welche ganz genau den mittleren Schluß, die Stärke und Höhe des ganzen Bestandes repräsentierte. Dies darf aber nur bei ganz gleichmäßig erzogenen Beständen vorausgesetzt werden. In unregelmäßigen Beständen hängt das Resultat daher nur vom Augenmaße ab, welches bekanntlich trügt und vor größeren Fehlern selbst dann nicht schützt, wenn man die Lückensumme nach König's Vorschlag überschlägt und in Abzug bringt.

Dadurch aber, daß beim Gebrauch der König'schen Waldbestandstafeln auch nicht ein einziger der obigen Gehalts-

faktoren durch zuverlässige Erhebungen festgestellt werden soll, sinken die Tafeln bis zu der rohesten Okularschätzung herab.

Wir haben schon § 29 B die Gründe hervorgehoben, weshalb vor den König'schen Formzahlen überhaupt zu warnen sei. In den vorliegenden Tafeln werden nun für jede Holzart zehn verschiedene Schlußklassen, für alle diese Schlußgrade aber für jede Holzart und Höhe nur eine Formzahl angenommen, welche der Stammbildung in vollen Waldbeständen entsprechen soll.

Zwar bemerkt König, daß, wenn die Stammform des Bestandes von derjenigen der Tafel erheblich abweiche, man hiernach die bezüglichen Inhaltsansätze berichtigen solle; aber hierin liegt zugleich das Geständnis, daß die Formzahl jedenfalls noch besonders angesprochen werden muß, die in den Tafeln enthaltenen Formzahlen daher bezüglich der Formbestimmung ganz überflüssig sind.

Die wundeste Seite der Waldbestandstafeln ist aber, daß die Kreisflächensumme nicht durch direkte stammweise Aufnahme der Durchmesser bestimmt werden soll, sondern durch Benutzung der König'schen Abstandszahlen, deren Unwert für ein rationelles Bestandesschätzungsverfahren wir schon § 42 A. a. nachgewiesen haben.

Noch muß daran erinnert werden, daß man bei Gebrauch der Abstandszahlen die Kreisflächensumme eines Bestandes immer nur summarisch erfährt; welchen Anteil bei gemischten Beständen die einzelnen Holzarten an letzterer nehmen, läßt sich direkt nicht bestimmen, sondern nur mittelst Okularschätzung beiläufig angeben. Da nun in der Natur sehr viele gemischte Bestände vorkommen, so traf König, um seine Waldmassentafeln auch zur Massenermittlung der einzelnen Holzarten solcher Bestände verwenden zu können, die gewiß eigentümliche Bestimmung, man solle erst die Holzmasse des Bestandes ohne Berücksichtigung der verschiedenen Holzarten berechnen, alsdann den Sortengehalt in Zehnteilen des Ganzen ansprechen und schließlich den ganzen Massengehalt mit diesen Zehnteilen multiplizieren, um den Inhalt der einzelnen Holzarten zu finden.

Gegen eine solche Bestimmung spricht die Schwierigkeit, den Holzsortengehalt in Zehnteilen genau und rasch ansprechen und bei gemischten Beständen die richtige durchschnittliche Formzahl nach dem Augenmaß einschätzen zu können, da bekanntlich verschiedene Holzarten auch verschiedene Formzahlen besitzen.

Die König'schen Waldbestandstafeln können daher in ihrer jetzigen Gestalt für Zwecke der Bestandesschätzung nicht mehr empfohlen werden.

5. Die Bestandesaufnahme nach Preßler's Grundstärken- und Richthöhen-Methode.

§ 44.

Wie man nach dieser Methode den Kubikinhalt einzelner stehender Bäume berechnet, wurde bereits § 30 gelehrt. Wir haben daselbst unsere Ansicht dahin ausgesprochen, daß das Verfahren unter Umständen bei der Kubierung der Schaftmasse einzelner stehender Bäume seine Vorzüge haben könne. Preßler empfahl aber sein Verfahren auch für die noch wichtigere Aufnahme von Beständen, und war der Meinung, „sein Verfahren sei das einfachste, sicherste und allgemein anwendbarste von allen, die bereits erdacht worden seien, oder noch erdacht werden könnten". *)

Wäre diese Ansicht richtig, so hätte die Bestandesschätzung ihren höchsten Gipfelpunkt erreicht. Eine nähere Beleuchtung der Methode erscheint daher um so notwendiger, als auch Professor Breymann sich über sein § 42 B. besprochenes Verfahren in ähnlicher Weise äußerte.

Jede Methode, welche in einfacher und hinreichend sicherer Weise zur Kubierung eines einzelnen Baumes führt, muß natürlich auch zur Ermittlung der Bestandesmassen geeignet sein. Auch nach Preßler's Methode können daher Bestandesschätzungen gemacht werden. Man kluppiert den Bestand, wählt hierauf entweder für den ganzen Bestand nur einen mittleren Modellstamm auf bekannte Weise aus, oder bestimmt, im Falle es nötig erscheint, für jede Stärkestufe oder Stärkeklasse einen solchen, kubiert alsdann nach Preßler's Vorschrift dieselben in mehreren Exemplaren, worauf sich der Inhalt des Bestandes oder der betreffenden Stärkeklasse ergiebt, indem man den mittleren Inhalt der zusammengehörigen Modellstämme mit der Stammzahl des Bestandes oder der Klasse multipliziert.

Beispiel: Angenommen man habe für die 1223 Buchen in Muster 1 (Seite 286) den arithmetischen Mittelstamm 0,30 m stark gefunden, von dieser Stärke dann 6 Stämme im Bestande ausgewählt, den Kubikinhalt jedes einzelnen nach § 30 aus Grundstärke (0,30 m) und Richthöhe ermittelt, die 6 Inhalte

*) Tharander Jahrbuch. XII. Band. Seite 174.

addiert, dann durch 6 dividiert und den Quotienten = 1,3 Kubikmeter erhalten, so wäre die Masse der sämtlichen Buchen des Bestandes

$$M = 1223 \times 1{,}3 = 1590 \text{ Kubikmeter.}$$

Hat man jedoch mehrere Stärkeklassen ausgeschieden, in jeder derselben die Stammzahl ermittelt und mittlere Modellstämme ausgewählt, so wiederholt sich das Verfahren an jeder Stärkeklasse in der eben gezeigten Weise.

Die Methode ist daher da, wo man die Richthöhe leicht und genau bestimmen kann, (aber dies ist bekanntlich die schwache Seite des Verfahrens), jedenfalls einfach, weil nach ihr, wie bei dem Gebrauche von Formzahlen und Massentafeln, das Fällen von Probestämmen entbehrlich wird. Die wichtigere Frage ist aber, ob nach Preßler's Verfahren die Resultate hinsichtlich ihrer Genauigkeit denen anderer Verfahren gleichkommen. Diese Frage glauben wir auf Grund eigner Erfahrungen verneinen zu müssen. Die Preßler'sche Methode liefert unter allen Umständen weit ungenauere Resultate, als die Methoden, bei welchen Probestämme gefällt werden und läßt sich überhaupt mit Schätzungshilfen, welche sich auf das Prinzip der bayerischen Massentafeln gründen, nicht wohl vergleichen. Von einem Verdrängen der langbewährten Methoden durch das Preßler'sche Verfahren kann daher überhaupt nicht die Rede sein.

Zur Begründung dieser Ansicht wenden wir uns zunächst zur Vergleichung des Preßler'schen Verfahrens mit der seither üblichen Methode die Probestämme zu fällen.

Will man Tausende Stämme eines Bestandes in der Art kubieren, daß man mehrere Modellstämme nach Preßler auswählt, berechnet und den mittleren Inhalt derselben mit der Stammzahl multipliziert, so ist dies nur dann richtig, wenn:

A) der ausgewählte Mittelstamm auch thatsächlich einen Inhalt besitzt, welcher der Bestandesmasse, dividiert durch die Stammzahl, gleichkommt, und wenn

B) der Schaftgehalt des gewählten Modellstammes nach dem Preßler'schen Verfahren auch unter allen Umständen vollständig richtig gefunden wird.

Hiebei sehen wir von der Ast-, Reis-, Wurzel- und Stockholzmasse, welche nach Preßler's Methode immer eingeschätzt werden muß, vorläufig gänzlich ab.

ad A) Diese Voraussetzung wird in der Regel nicht eintreffen, denn vergleicht man eine Anzahl Stämme gleicher Holzart, Grundstärke und Höhe, auch annähernd gleicher Alter, miteinander, so wird wahrscheinlich jeder einen etwas anderen Inhalt haben, und es sind Differenzen bis zu 20 Prozent keineswegs ausgeschlossen. Kein Taxator ist daher imstande, unter Tausenden von Stämmen nach dem Augenmaße immer denjenigen herauszuwählen, welcher gerade dem mittleren Inhalte des Bestandes oder der Stärkeklasse entspricht.

Wäre diese Ansicht irrig, dann hätte man ja bei dem seither üblichen Verfahren der stammweisen Auszählung, verbunden mit nachheriger Fällung der ausgewählten Modellstämme, immer und unter allen Umständen den Kubikinhalt eines Bestandes vollständig richtig finden müssen; es sind aber Fälle bekannt, wo sich namentlich bei beschränkten Probefällungen oder bei nicht sehr regelmäßigen Beständen, Differenzen bis zu 10 Prozent und mehr ergeben haben. Da nun in der Auswahl der Probestämme das Preßler'sche Verfahren von dem seither üblichen, die Probestämme zu fällen, in gar nichts abweicht, so müssen bei ersterem auch nur von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet und bei dem Zusammenwirken ungünstiger Verhältnisse schon Fehler bis zu dem angeführten Betrag möglich sein. Beide Methoden stehen daher in dieser Hinsicht ganz gleich.

Höchstens könnte man noch einwenden, daß es nach der Preßler'schen Kubierungsregel möglich wäre, eine größere Anzahl Probestämme auszuwählen und zu kubieren und somit auch dem wahren Mittelstamm näher zu kommen; diesem Einwand läßt sich aber entgegensetzen, daß alsdann auch das Verfahren wieder zu umständlich und zeitraubend würde. Endlich müssen wir wiederholt darauf aufmerksam machen, daß zu einer Einschränkung der Probefällungen aus den § 42 B. entwickelten Gründen in der Regel gar kein Grund vorhanden ist.

ad B) In dieser Beziehung neigt sich die Wagschale sehr zu Gunsten des seither üblichen Verfahrens, die Probestämme zu fällen. Wir haben, um nur ein Beispiel anzuführen, nach der Preßler'schen Methode in einem fast gleich hohen, gleich alterigen und in den Stärken sehr wenig verschiedenen Kiefern-Bestande (die meisten Stämme hatten in Brusthöhe eine Stärke von 0,20—0,30 m) bei drei aufeinanderfolgenden Messungen, gleich starker und gleich hoher Stämme, Abweichungen, gegenüber dem als richtig anzunehmenden Sektionsverfahren, von 6, 8 und 16 Prozenten im Durchschnitte daher von 10 Prozenten gefunden; wobei wir noch besonders hervorheben, daß die Resultate nicht etwa an stehenden

Bäumen, wie es nach Preßlers Methode doch geschehen soll, sondern an gefällten Stämmen erhalten wurden, wo es möglich war, den Richtpunkt und die Richthöhe durch direkte Messung ganz genau zu bestimmen.

Endlich ist noch darauf hinzuweisen, daß nach Preßlers Methode nur die Schaftholzmasse ohne Sortimente erhalten wird, während man bei der Fällung von Probestämmen auch die Schaftmasse getrennt nach Sortimenten (Scheit- und Prügelholz) und überdies noch die Ast-, Reis-, Wurzel- und Stockholzmasse durch direkte Messung erhält.

Was nun die Stellung des Preßlerschen Verfahrens zu den auf mittleren Formzahlen beruhenden Massentafeln betrifft, so wird dasselbe nie den Sieg über diese erringen, dafür ist das Prinzip der Massentafeln zu richtig. Für diese Ansicht spricht schon die Erfahrung, daß das Preßlersche Verfahren, trotz fortgesetzter lebhafter Anpreisung, bis jetzt nur wenig Freunde besitzt, während die Methoden, bei welchen Probestämme gefällt werden, sowie die Schätzung nach Formzahlen und Massentafeln einer ausgedehnten praktischen Anwendung sich erfreuen.

Es kann nämlich bei Vergleichung des Preßlerschen Verfahrens mit Massentafeln nicht genug hervorgehoben werden, daß gleich starke, gleich hohe und gleich alte Bäume derselben Holzart immer noch sehr verschiedene Inhalte haben können. Die richtige Auswahl des wahren Mittelstammes aus einer großen Anzahl solcher Stämme wird daher auch nur selten gelingen. Nun aber enthalten bekanntlich nach dem Prinzip der bayerischen Massentafeln aufgestellte Schätzungshilfen die Resultate solcher Durchschnittszahlen, und es ist darum klar, daß die Ansätze in denselben, wieder auf eine größere Anzahl Stämme angewendet, wie solches ja gerade bei den Holzbeständen der Fall ist, genauere Resultate als einzelne Modellstämme liefern müssen. Der Vorwurf Preßler's, „man spekuliere bei Anwendung von Massentafeln mit dem Zufall", trifft daher weit mehr dessen eigenes Verfahren.

Um die Unzuverlässigkeit der bayerischen Massentafeln zu beweisen, erwähnt Preßler in den Tharander Jahrbüchern und in seinen neuen holzwirtschaftlichen Tafeln (Seite 197) zweier Fichten, die gleiches Alter (95 Jahre) gleiche Höhe (88 Fuß) und nahe gleichen Inhalt (71 und $72^1/_2$ Kubikfuß) hatten, von welchen aber bei Anwendung der bayerischen Massentafeln die eine (welche nur $16^1/_5$ Zoll Durchmesser hatte) 78, die andere dagegen (infolge weit hinauflaufender Wurzeln) $18^3/_4$ Zoll messend, 96 Kubikfuß ergeben habe.

Hier hat Preßler offenbar bei vollkommener Mißachtung des den bayerischen Massentafeln eigentümlichen trefflichen Prinzips, absichtlich zwei Baumextreme aufgesucht, mit welchem er nichts anderes bewiesen hat, als was die Anhänger von Massentafeln schon längst wußten.

Hätte Preßler, wie es sein soll, vielleicht nur 20 solche Stämme in Frage gezogen, den Inhalt eines Stammes in den Tafeln aufgeschlagen und denselben mit 20 multipliziert, alsdann würde er höchst wahrscheinlich ein weit richtigeres Resultat als nach seinem eigenen Verfahren erhalten haben.

Wir wollen übrigens nicht in Abrede stellen, daß, wenn man in einem Bestande nach Preßler eine größere Anzahl Stämme berechnet, das Plus und Minus des Fehlers sich vielleicht ziemlich ausgleichen kann. Diese Möglichkeit ist aber hier nicht ausschlaggebend, da bei Probestämmen, welche man immer nur in geringer Zahl auswählen wird, nur der Einzelfehler maßgebend ist.

II. Die stammweise Aufnahme der Bestände nach Stärkestufen und Höhenklassen.

1. Die Bedeutung und Zahl der Höhenklassen.

§ 45.

Bei den in den Paragraphen 39—44 dargestellten Methoden gingen wir von der Voraussetzung aus, daß in den Höhen der einzelnen Stämme des aufzunehmenden Bestandes keine erheblichen Differenzen vorkämen, oder daß sich wenigstens die Höhen- und Formzahlen in einem derartigen abhängigen Verhältnisse zur Stammstärke befänden, daß auch größere Höhenunterschiede auf die Richtigkeit des Resultates nur einen untergeordneten Einfluß auszuüben vermöchten. Wir setzten mit anderen Worten gut gepflegte und ziemlich gleichaltrige und gleichbeastete Bestände ziemlich gleichen Standorts voraus, in welchen den stärkeren Stämmen größere, den schwächeren aber geringere Höhen entsprechen, und zwar so, daß gleich starke Stämme wenn auch nicht ganz gleiche, so doch nahe gleiche Höhen besitzen.

In vielen Beständen trifft jedoch diese Voraussetzung, welche überhaupt nie mathematisch scharf zu nehmen ist, nicht zu. So weichen z. B. in Femel- und Mittelwaldungen die sehr verschiedenaltrigen Stämme, selbst bei gleicher Stärke oft in den Höhen und Formzahlen beträchtlich von einander ab. Ähnliches findet man auch in Hochwaldbeständen mit sehr wechselnden Standorten und verschiedener Art ihrer Begründung, sowie in Mittelwaldungen, welche in Hochwald übergeführt wurden.

In derartigen Fällen genügt die alleinige Aufnahme des Bestandes nach Stärkestufen nicht, und man ist neben diesen noch zur Ausscheidung von Höhenklassen gezwungen, um die Baumformen in engere Grenzen einschließen und damit die Holzmassen sicherer bestimmen zu können.

Durch die Bildung von Höhenklassen neben Stärkestufen wird natürlich die stammweise Kluppierung und Massenermittlung des Bestandes wesentlich erschwert.

Es entsteht daher die wichtige Frage: mit wie viel Höhenklassen kann man sich ohne wesentliche Beeinträchtigung des Resultates begnügen? Die Beantwortung dieser Frage hängt mit der Verschiedenartigkeit der Stammformen und Stammdimensionen, sowie dem beabsichtigten Grade der Genauigkeit zusammen. Eine ganz bestimmte Regel läßt sich daher auch theoretisch nicht wohl geben. Die Bildung der Höhenklassen wird stets mehr Sache der Erfahrung und praktischen Erwägung bleiben.

In weniger unregelmäßigen und ziemlich gleichalterigen Hochwaldbeständen reichen vielleicht zwei Höhenklassen aus, während in unregelmäßigen Femelwaldungen und bei der Aufnahme des Oberholzes in Mittelwaldungen sich unter Umständen drei Höhenklassen empfehlen können, im Falle vorzügliche Resultate erzielt werden sollen.

Die Annahme von noch mehr Höhenklassen erscheint uns unnötig, auch deshalb schon mißlich, weil die Höhen bei der Bestandesauszählung nach dem Augenmaß eingeschätzt werden müsser, der geübteste Schätzer aber für die Dauer nicht im Stande sein wird, mehr Höhenklassen scharf zu unterscheiden. Bei minderem Genauigkeitsgrade, oder wenn sich bezüglich der Höhen dem Anscheine nach doch noch einiger Zusammenhang mit der Stärke der Stämme zeigen sollte, motivieren unter Umständen Höhendifferenzen von 5—10 Meter namentlich dann noch nicht die Bildung von Höhenklassen, wenn bei der späteren Auswahl der Probestämme mit der nötigen Umsicht verfahren wird.

Es braucht kaum noch erwähnt zu werden, daß man einzelne besonders alte oder starke Stämme, welche hinsichtlich ihrer Form mit dem Hauptbestande auch nicht den geringsten Zusammenhang haben, besser abgesondert berechnet, und dabei etwa Massentafeln, die Formzahlmethode oder Okularschätzung in Anwendung bringt. Namentlich wird sich in solchen Fällen die Fällung von Probestämmen, der Geringfügigkeit des Objektes wegen, nicht verlohnen.

Ebenso siedeln sich unter dem Hauptbestande, insbesondere wenn derselbe aus sich frühzeitig lichtenden Holzarten zusammengesetzt ist, öfters Schatten ertragende Holzarten auf natürlichem Wege an, die meist durch einen schlank aufgeschossenen Wuchs charakterisiert sind. (Z. B. unter älteren Kiefernbeständen auf kräftigem frischem Boden natürlicher Anwuchs von Buchen oder Fichten, bei geeignetem Standorte selbst Eichen.) Nicht

selten werden lichtliebende Holzarten auch mit Schattenhölzern künstlich unterbaut, die nach und nach zu stärkeren Stangenhölzern heranwachsen. Derartiger Unterwuchs bedarf gleichfalls einer getrennten Aufnahme. Da es sich hier aber meist um verhältnismäßig geringe Massen handelt, so dürfte häufig eine Okularschätzung schon wegen der Schwierigkeit der stammweisen Aufnahme am Platze sein, wenn man nicht vorzieht, die Holzmassen des Unterwuchses nach Probeflächen aufzunehmen.

2. Die verschiedenen Arten der Bestandsaufnahme nach Stärkestufen und Höhenklassen.

§ 46.

Bei der praktischen Ausführung einer Bestandsaufnahme nach Stärkestufen und Höhenklassen können zwei Fälle vorkommen, welche eine wesentlich verschiedene Behandlung verlangen. Es können nämlich die nach den Höhenklassen aufzunehmenden Stämme eines Bestandes auf der Bestandesfläche getrennt auftreten oder in Einzelmischung unter einander stehen.

A. Die Bestandes-Aufnahme nach flächenweise getrennten Höhen.

Dieser nicht gerade selten vorkommende Fall ist der einfachste, denn er läßt sich auf die in den Paragraphen 39—44 abgehandelten Methoden, bei welchen keine Höhenklassen ausgeschieden wurden, zurückführen. Er kann in der Ebene, noch mehr aber im Hügellande und im Gebirge, und zwar überall da vorkommen, wo in ein und demselben Bestande wesentlich verschiedene, aber flächenweise getrennte Bonitäten auftreten, so daß die Stämme, ob zwar gleichen Alters, doch eine wesentliche Verschiedenheit in der Höhe und in der Form zeigen. Denken wir uns z. B. in der Ebene einen Bestand, der größtenteils auf einem der vorhandenen Holzart zusagenden kräftigen und frischen Boden stockt, aber außerdem noch von einem versumpften oder trockenen Streifen durchzogen ist, so wird der Wuchs auf diesem Streifen, dieselbe Holzart vorausgesetzt, von dem übrigen Teile des Bestandes sicher in Höhe und Form abweichen.

Ähnliches kann z. B. in einem Bestande des Hügellandes vorkommen, welcher, bei sonst guten Standortsverhältnissen, statt der versumpften Stellen zusammenhängende zu Tage tretende Felsmassen zeigt, die den Höhenwuchs wesentlich stören.

Dieselbe Beobachtung macht man namentlich an mehr südlich gelegenen Bergabhängen im Gebirge. Hier ist der Höhenwuchs in der Regel in der Tiefe am größten und nimmt allmählich nach dem Gipfel oder Kamme des Berges hin ab, so daß, selbst ein gleiches Alter des

Bestandes vorausgesetzt, zwischen den Höhen auf dem Gipfel und denjenigen im Thale Differenzen von 15 und mehr Metern vorkommen können, ohne daß der Nachweis zu liefern wäre, daß der Mittelstamm genau in der mittleren Höhe des Hanges liege.

In den beiden ersten Fällen sind die Bonitäten und auch die Höhen deutlich begrenzt; man hat nur nötig, die Bonitäten im Bestande flächenweise abzuschneiden, und die Holzmasse jeder derselben getrennt aufzunehmen. Es fällt das Verfahren daher auch ganz mit den in § 40 bis 44 beschrieben Methoden zusammen; denn die stammweise Aufnahme, die Auswahl und Berechnung der Probestämme und der gesammten Holzmasse kann genau wie dort geschehen, wenn man nur den zu einer gleichen Bonität gehörigen Teil des Bestandes als einen besonderen Bestand auffaßt und behandelt und schließlich die verschiedenen Ergebnisse addiert. *Eine Ausscheidung von Höhenklassen im strengen Sinne des Wortes kommt daher hier, wo eine getrennte Aufnahme der Bestandesteile stattfindet, auch nicht vor.*

Im dritten Falle, etwa an Bergabhängen, finden eigentlich unzählige Bonitäten statt; fast jede bedingt einen etwas anderen Wuchs, die Höhen gehen in der Regel allmählich in einander über. Um hier mit möglichst wenigen Höhenklassen doch ein möglichst gutes Resultat zu erhalten, dürfte es am richtigsten und bequemesten für die Aufnahme sein, den Bestand, Fig. 79, ziemlich parallel zum Fuße A B des Abhanges, je nach Umständen in zwei oder drei Streifen, a, b und c zu teilen, jeden Streifen gesondert und ohne Ausscheidung von Höhenklassen aufzunehmen, zu berechnen und schließlich die Inhalte der Streifen zu addieren. Die Auswahl der Probestämme würde dann am besten in der Mitte der Streifen, wie dies durch die punktierten Linien angedeutet ist, vorgenommen. *Das Verfahren stimmt daher auch hier mit den in § 40—44 beschriebenen überein.*

Fig. 79

B. Die Bestandes-Aufnahme nach in Einzelmischung unter einander stehenden Höhen.

Treten die verschiedenen Höhen der Bäume eines Bestandes in Einzelmischung auf, so bietet die Aufnahme und Massenermittlung etwas

größere Schwierigkeiten. Entweder wechseln dann in dem Bestande die Bonitäten fast jeden Augenblick, oder, was noch häufiger der Fall ist, es handelt sich um einen sehr verschieden alterigen, der Femelwirtschaft, dem Mittelwaldbetriebe u. s. w. angehörigen, oder aus diesen Betriebsarten in den Hochwald übergeführten Bestand.

In normal beschaffenen Mittelwaldungen, in welchen sich die Altersklassen mit ziemlicher Bestimmtheit unterscheiden lassen, werden dieselben am sichersten für sich nur nach Stärkestufen aufgenommen und berechnet. In unregelmäßigen Mittelwaldungen jedoch, sowie in Femelwaldungen und allen übrigen hierher gehörigen Fällen, bleibt kein anderes Mittel, als wirkliche Höhenklassen bei der Aufnahme auszuscheiden und jeden Baum durch Ansprechen seiner Höhe nach dem Augenmaß in die entsprechende Klasse einzureihen.

Für die stammweise Aufnahme der Bestände nach Stärkestufen und Höhenklassen empfiehlt sich nachstehendes Muster 6 in Folioformat.

Es unterscheidet sich dasselbe von Muster 1 nur darin, daß hier für eine Holzart (z. B. Buchen) mehrere Höhenklassen ausgeschieden werden. Die stark gezogenen Vertikalspalten werden erst nach Einsicht der speziell vorliegenden Bestandesverhältnisse gezogen. Sind in dem Bestand etwa Buchen vorherrschend, so wird für dieselben ein größerer Raum vorgesehen, als für Eichen und umgekehrt. Aus Muster 6 folgt ferner, daß für Eichen nur eine Höhenklasse gebildet wurde; in anderen Beständen können wieder zwei Höhenklassen für Eichen und etwa nur eine oder auch zwei für Buchen gebildet werden. Es richtet sich die Zahl der stark gezogenen Vertikallinien deßhalb immer nach dem lokalen Bedürfnis. Besteht ein Bestand nur aus einer Holzart, so sind nur so viele vertikale Rubriken nötig, als zur Abscheidung der verschiedenen Höhenklassen gehören.

Die stammweise Aufnahme eines Bestandes nach diesem Muster geschieht in ähnlicher Weise, wie dies § 39 näher dargestellt wurde. Nur hat der Taxator (Protokollführer) noch außerdem die Aufgabe, nicht allein die durch die Kluppenführer ausgerufenen Durchmesser einzutragen, sondern auch im Momente, als die Kluppe angesetzt wird, einen Blick in die Höhe zu werfen, um den Stamm gleichzeitig in die richtige Höhenklasse einzuschätzen, worauf erst der Eintrag in die betreffende Stelle des Musters geschieht.

Hierbei ist zwar Aufmerksamkeit und einige Übung erforderlich, die man sich aber bald erwirbt, da es ja zunächst nicht darauf ankommt, die absolute Höhe des betreffenden Baumes in Längeneinheiten (Metern) anzugeben, sondern nur mit Sicherheit zu bestimmen, in welche

Muster 6.

Durchmesser bei 1,3 m über der Erde in Centimeter	Buchen I. Höhenklasse Summe	Buchen II. Höhenklasse Summe	Eichen Summe	Bemerkungen
20	9	23		
22	32	29		
24		36		
	68			
26			24	
		57		
	123			
28			53	
	157	94		
30				
			68	
	207	132		
32				
			98	
	153	103		
34	58	39	59	
36	35	11	32	
38	13	8	18	
40	7	2	7	
42	2		2	
Summe .	864	534	361	

Höhenklasse derselbe einzutragen ist, d. h. ob er etwa bei drei Höhenklassen zu den höchsten, mittelhohen oder niedrigen Stämmen gehört. Ein richtiges Urteil in dieser Hinsicht erhält man aber nur dann, wenn man vor Beginn der Aufnahme den Bestand nach allen Richtungen durchgeht und das Augenmaß, unter Umständen durch Messung einzelner zweifelhafter Stämme mittelst eines Höhenmessers, genügend befestigt.

Allerdings werden und müssen im Laufe der stammweisen Aufnahme einzelne Bäume vorkommen, bei welchen es fraglich erscheint, in welche Höhenklasse dieselben gehören, man wird jedoch hier den etwa möglichen Fehler dadurch zur Genüge ausgleichen, daß man solche zweifelhaften Stämme einmal eine Klasse höher, dann aber wieder eine Klasse tiefer setzt. Überhaupt muß hier zur Beruhigung ängstlicher Gemüter noch bemerkt werden, daß z. B. ein Fehler von 2—3 cm beim Messen von Stärken unter Umständen mehr ausmacht, als eine fehlerhafte Bestimmung der Länge um 3 m.

In mehr geschlossenen Beständen, in welchen natürlich in derselben Zeit mehr Durchmesser gemessen und ausgerufen werden können, als in lichten Beständen und in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen, erscheint es unter Umständen rätlich, nur einen Kluppenführer zu beschäftigen. Will der Taxator dennoch zwei Arbeiter verwenden, so muß er dieselben so instruieren, daß sie sich bei dem Messen der Durchmesser nicht übereilen, damit er selbst auf die Schätzung der Höhen die nötige Sorgfalt verwenden kann. Allerdings erfordert alsdann die Bestandesaufnahme etwas mehr Zeit, aber der Waldbesitzer wird die dadurch entstehenden geringen Mehrkosten gerne aufwenden, wenn er nur auf ein zuverlässiges Resultat rechnen darf. Wer aber glaubt, eine stammweise Aufnahme nach Höhenklassen und Stärkestufen sei im Großen schwer ausführbar, weil sie zu viel Zeit erfordere, hat sicherlich die Sache noch nicht mit der nötigen Energie betrieben.

Der Verfasser kam in die Lage, einige Reviere durch stammweise Auszählung teils nur nach Stärkestufen, teils nach Stärkestufen und Höhenklassen aufnehmen zu müssen. Er beendigte die Aufnahme der der nächsten 20jährigen Periode zugeteilten haubaren Bestände bei anhaltender Beschäftigung in jedem Revier durchschnittlich in 5—6 Wochen, in welcher Zeit er Hunderttausende Stämme mit zwei Kluppenführern aufgenommen hat, ohne durch Ausscheidung von Probeflächen die Arbeit abzukürzen, wie das häufig geschieht. Zum Kluppieren wurden teils Forstschutzbeamte, teils gewöhnliche Tagelöhner verwendet. Am besten werden zur Führung der Aufnahmsprotokolle rührige junge Forstmänner (tüchtige Forstkandidaten u. s. w.) angestellt, die bei gutem Willen mehr und billiger arbeiten, als schon etwas bequem gewordene ältere Forstbeamte, welche auch höhere Tage-

gelder beanspruchen. Letztere mögen die leitenden Ideen angeben, die im allgemeinen mechanischen Verrichtungen der Bestandesauszählung aber jüngeren, Ausbildung suchenden Kräften überlassen.

Nachdem in der eben besprochenen Weise die Stämme gemessen und ihrer Höhenklasse entsprechend eingetragen sind, wird die Stammzahl jeder Höhenklasse ermittelt, wie solches aus dem angeführten Muster deutlich hervorgeht. Was die Massenberechnung des Bestandes anlangt, so kann diese ganz nach der in §§ 40—44 gelehrten Weise geschehen, auch alle daselbst erwähnten Methoden können natürlich hierbei in Anwendung kommen. Es erscheint deshalb überflüssig, das Verfahren hier nochmals zu beschreiben. Nur das sei, um jedem Mißverständnisse vorzubeugen, noch erwähnt, daß für jede Höhenklasse Modellstämme ausgewählt werden müssen und auch die Berechnung der Massen getrennt nach Höhenklassen geschehen muß. Man denkt sich einfach die einer Höhenklasse zugeteilten Stämme als einen Bestand für sich.

Nur die Draudt'sche und Urich'sche Methode gewähren auch hier den Vorteil einer gemeinschaftlichen Aufarbeitung des Probeholzes aller Höhenklassen, im Falle man in jeder Höhenklasse einen gleichen Prozentsatz Probestämme auswählt. Sollte die Stammzahl in den einzelnen Höhenklassen jedoch beträchtlich abweichen, so daß die Wahl eines gleichen Prozentsatzes Probestämme in den verschiedenen Höhenklassen nicht zweckmäßig wäre, dann muß natürlich eine getrennte Berechnung der Holzmasse der Höhenklassen auch bei diesen Verfahren stattfinden.

Um beispielsweise die Holzmasse der Buchen in Muster 6 nach den bayrischen Massentafeln zu berechnen, hätte man zunächst mittelst eines Höhenmessers die Höhe einer entsprechend großen Anzahl (vielleicht 5—10 Stück) der I. Höhenklasse angehörigen Musterstämme zu messen, die Ergebnisse zu addieren, und mit der Anzahl Messungen zu dividieren, um in dem Quotienten hinreichend genau die durchschnittliche Höhe der I. Höhenklasse zu erhalten. Angenommen man habe 30 m gefunden und das Alter des Bestandes sei etwas über 100 Jahre, so würde der Inhalt z. B. eines Stammes von 0,28 m Stärke nach den auf Metermaß umgerechneten Behm'schen Tafeln = 1,02 Kubikmeter (exl. Stockholz) gefunden. Da nun von 0,28 m Stärke 157 Stämme vorhanden sind, so wäre der Inhalt dieser Stärkestufe = 1,02 × 157 = 160,14 Kubikmeter. Ganz in derselben Weise wird auch der Inhalt aller übrigen Stärkestufen derselben Höhenklasse gefunden. Bei Berechnung der Masse der II. Höhenklasse

für Buchen und derjenigen für Eichen wäre dasselbe Verfahren einzuschlagen u. s. w.

Wir glauben selbst den Anfänger zu ermüden, wollten wir eine im Grunde so einfache Sache hier noch weiter ausspinnen.

Drittes Kapitel.

Die Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen.

I. Zweck und Wichtigkeit der Aufnahme nach Probeflächen.

§ 47.

Das Verfahren der Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen besteht darin, daß man nicht wie im vorigen Kapitel jeden Stamm des Bestandes nach Stärkestufen und unter Umständen nach Höhenklassen aufnimmt, sondern in demselben nur auf einer kleineren Fläche die Holzmasse speziell ermittelt und aus letzterer auf diejenige des ganzen Bestandes schließt.

Die Aufnahme nach Probeflächen gehört zu den ältesten Schätzungsmethoden. Man machte von diesem Verfahren um so lieber Gebrauch, als man vielfach von der Ansicht ausging, die stammweise Aufnahme großer Bestände nehme zu viel Zeit und Kosten in Anspruch und ei schon bei einigermaßen gleichmäßig bestockten Beständen entbehrlich, weil man hier mit hinreichender Sicherheit aus der Holzmasse der kleineren Probefläche auf diejenige des ganzen Bestandes schließen könne.

Obgleich gegen die Aufnahme nach Probeflächen nichts einzuwenden ist, und das Verfahren, so lange Bestände geschätzt werden, unter vielen Verhältnissen mit Vorteil angewendet werden wird, so hat man demselben doch seither öfter eine zu große Ausdehnung eingeräumt. Es wurde der Zeitaufwand, welchen die stammweise Bestandesaufnahme erfordert, wie dies auch am Schlusse des vorigen Paragraphen erwähnt wurde, jedenfalls weit überschätzt, weil man früher das Verfahren wahrscheinlich zu wenig oder mit unvollständigen Hilfsmitteln durchführte und vor der Kluppierung von Tausenden Bäumen, wie man sie in großen Beständen findet, zurückschreckte.

Allerdings mag es dem Unerfahrenen kaum möglich erscheinen, die Stämme eines größeren Bestandes alle zu messen; aber vielfältige Unter-

suchungen haben den Verfasser überzeugt, daß die Arbeit eine verhältnismäßig weit kleinere ist, als man vielfach anzunehmen gewohnt war.

Wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes wollen wir hier einige unserer bezüglichen Erfahrungen mitteilen:

In den Jahren 1852—55 hatten wir in Hessen und Preußen mehrere Reviere einzurichten und die Holzmasse der der ältesten 20jährigen Periode zugewiesenen Bestände mittelst stammweiser Kluppierung aufzunehmen. Wenn wir auch damals den erforderlichen Stundenaufwand nicht aufzeichneten, so haben wir uns doch so viel notiert, daß man bei anhaltender Arbeit, trotz Vermeidung der Probeflächen, in einem Reviere von 1500—2000 Hektaren in 5—6 Wochen die Bestände der ältesten Periode aufnehmen kann. Da das Kluppierungsgeschäft ein junger Forstmann besorgen kann, welcher sich schon mit einem Tagegeld von 6 M. begnügt, so würde die Arbeit, 6 Wochen à 6 Tage = 36 Tage vorausgesetzt, für den Taxator nur $36 \times 6 = 216$ M. erfordern. Rechnet man ferner den Tagelohn eines Arbeiters durchschnittlich = 2 M., so macht dieses für zwei Kluppenführer $72 \times 2 = 144$ M., im Ganzen daher für die stammweise Bestandesaufnahme im Wald 360 M., gewiß eine geringe Summe, im Verhältnis zur Sicherheit der Resultate, welche die stammweise Aufnahme gestattet.

In den Jahren 1855—60 hatten wir als Lehrer an der böhmischen Forstlehranstalt in Weißwasser öfters Gelegenheit, Übungen mit unsern Zuhörern in fraglicher Richtung anzustellen.

So wurden z. B. auf einzelnen Probejochen à 0,575 Hektar mit zwei Kluppenführen in haubaren Kieferbeständen nach und nach gemessen:

1	Joch	mit	228	Stämmen	in	23	Minuten	oder	in	1	Stunde	595 Stämme.
1	„	„	286	„	„	27	„	„	„	1	„	635 „
1	„	„	329	„	„	28	„	„	„	1	„	705 „
1	„	„	240	„	„	22	„	„	„	1	„	655 „
3,3	„	„	629	„	„	60	„	„	„	1	„	629 „
7,3	„	„	1712	„	„	160	„	„	„	1	„	642 „

Es wurden daher 7,3 Joch = 4,2 Hektar mit 1712 Stämmen in 2 Stunden und 40 Minuten aufgenommen. Der Zeitaufwand pro Hektar betrug daher 38 Minuten und die Stammzahl pro Stunde 642 Stämme.

Im Jahre 1860 haben wir als Verwalter der Oberförsterei Schiffenberg bei Gießen in einem 50jährigen Kiefernbestand mittelst zwei Kluppenführern in 8 Stunden 25 Minuten 10308 Stämme, d. h. pro Stunde 1225 Stämme gemessen; desgleichen in einem geschlossenen 40jährigen Kiefernbestande in 5 Stunden 30 Minuten 5861 Stämme oder pro Stunde 1066 Stämme. Es wurden in beiden Fällen alle Kräfte angestrengt und sind dies die höchsten Resultate, welche wir bis jetzt erzielten.

Im Jahre 1863 hatten wir als Oberförster der Oberförsterei Mitteldick bei Darmstadt in einem Gemeindewald von 650 Hektaren die Holzmasse der Bestände der ältesten 20jährigen Periode zum Zwecke einer Forsteinrichtung aufzunehmen. Die aus Kiefern und Eichen gemischten Bestände waren nicht sehr regelmäßig, und so entschlossen wir uns zur stammweisen Aufnahme mit Vermeidung

aller Probeflächen. Wir beschäftigten stets zwei Kluppenführer; die Resultate der einzelnen Bestände sind folgende:

Zeitaufwand		Holzarten		Zusammen
Stunden	Minuten	Kiefern	Eichen	
3	55	2451	1223	3674
6	25	3626	1891	5517
10	30	5341	2328	7669
6	45	4166	1370	5536
6	35	6430	222	6652
4	20	3057	203	3260
10	38	6795	1324	8119
5	—	2710	311	3021
6	15	3074	1213	4287
1	30	516	98	614
1	—	506	42	548
6	30	4081	317	4398
1	—	369	281	650
70	23	43122	10823	53945

Es wurden daher in 70 Arbeitsstunden 23 Minuten 53945 Stämme von 2 Arbeitern mit der Kluppe gemessen. Die Stämme befanden sich auf 134 Hektaren. Es kommen daher durchschnittlich

auf 1 Stunde 765 Stämme und
„ 1 Minute 13 Stämme.

Rechnet man den Tag zu 8 Arbeitsstunden, so wurden in runder Summe täglich durchschnittlich 6000 Stämme aufgenommen, welche auf 15 Hektaren stockten.

Je nach der Beschaffenheit, Dichte, Lage, Begründungs- und Holzart*) des Bestandes kann daher ein einziger Protokollführer mit zwei Kluppenführern täglich 2000—10000 Stämme ohne Überarbeitung aufnehmen.

In regelmäßigen Pflanz- oder Saatverbänden, in welchen jeder Kluppenführer eine Reihe nach der anderen vornehmen kann, sich daher nicht nach seinem Nachbar umzusehen noch nachzuforschen hat, ob kein Stamm vergessen worden ist, läßt sich die Arbeit — namentlich bei nicht zu engem Verbande — am schnellsten zu Ende führen.

*) Auch von der Holzart hängt der mehr oder weniger rasche Verlauf der Arbeit ab; so braucht man z. B. bei der hartborkigen Eiche, bei welcher der Kluppenführer mitunter den Baumreißer 3—4mal ansetzen muß, bis der Baum kenntlich genug gezeichnet ist, mehr Zeit, als wie bei glattborkigen Holzarten, wo ein einziger Riß in der Regel genügt.

Die Aufnahme des Oberholzes in Mittelwäldern geht wegen des störenden Einflusses des Unterwuchses langsamer, überhaupt wird man hier selten mit Probeflächen arbeiten können.

Unsere vorstehenden Erfahrungen stimmen auch mit denen des Professors R. Heß in Gießen nahezu überein. Derselbe hat*) 63223 Stämme mit zwei Arbeitern in 93 Arbeitsstunden aufgenommen, so daß:

auf 1 Stunde im ungünstigsten Falle 422 Stämme,
" " " " günstigsten " 981 "
" " " " Mittel- " 680 " fallen.

Weiter spricht sich Heß (Seite 369 des genannten Aufsatzes) dahin aus, daß er unsere in diesem Lehrbuche niederlegten Andeutungen und Bemerkungen hinsichtlich der beim Auszählungsgeschäft ins Auge zu fassenden Umstände und gemachten Erfahrungen 2c. „in jeder Weise vollkommen bestätigt gefunden habe," und daß deshalb unsere Ansicht, die Auszählungen wo möglich auf die ganzen in der I. Periode zum Abtrieb gelangenden Bestände auszudehnen, statt mit Probeflächen zu arbeiten, die vollste Beachtung der Waldbesitzer verdiene.

Es sollte daher kein Waldbesitzer, dem es um scharfe Resultate zu thun ist, und der sich einmal zu der oft 6—8 mal kostspieligeren forstwirtschaftlichen Vermessung und Kartierung seiner Waldungen entschlossen hat, die geringe Summe scheuen, welche die stammweise Aufnahme der haubaren aber nicht ganz regelmäßig bestockten Bestände mehr kostet.

Bei der vielfach üblichen Okularschätzung und anderen oberflächlichen Methoden setzt man häufig, um ja nicht zu hoch zu schätzen, die Ansätze lieber etwas niedriger an. Wendet man aber ein zuverlässiges Verfahren an, so schwindet diese Besorgnis, und der Besitzer wird schon deshalb für einen etwas größeren Kostenaufwand entschädigt, weil das Schätzungsergebnis aus genanntem Grunde häufig etwas höher ausfallen dürfte.

II. Die verschiedenen Methoden der Bestandes-Aufnahme nach Probeflächen.

1. Die Aufnahme nach Probeflächen mit Flächenmessung.

§ 48.

Bei diesem Verfahren muß man den Flächeninhalt des ganzen Bestandes und der Probefläche kennen. Läßt sich die Bestandesfläche nicht aus einer vorausgegangenen forstwirtschaftlichen Vermessung entnehmen, was aber meist der Fall sein dürfte, so ist sie für den vorliegenden Zweck entsprechend genau zu vermessen**). Die Probefläche selbst muß aber

*) Vergl. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1866, Seite 365 u. f.

**) Des Verfassers Lehrbuch der niederen Geodäsie für Forstwirte, 4. Aufl., Berlin 1886, Verlag von Paul Parey, giebt in dieser Beziehung die nötige Anleitung.

bei jeder Aufnahme zuvor abgesteckt und vermessen werden, weil die Größe derselben wegen der wechselnden Bestandesbeschaffenheit sich ändert.

Die bei diesem Verfahren vorkommenden Arbeiten werden am besten in folgender Ordnung vorgenommen:

A. Die Auswahl der Probeflächen.

Die Auswahl der Probeflächen ist die schwierigste und wichtigste Verrichtung bei der ganzen Bestandesaufnahme. Soll nämlich die Holzmasse des Bestandes richtig bestimmt werden, so muß die Probefläche das Modell und das Maß für den ganzen Bestand abgeben. Wären alle Stärkestufen und unter Umständen auch Höhenklassen über den ganzen Bestand gleich verteilt, dann könnte man die Probefläche an jede beliebige Stelle des Bestandes legen, denn überall könnte man mit Sicherheit vom Holzgehalte der Probefläche auf denjenigen des Bestandes schließen.

Diese Annahme darf aber nur selten gemacht werden. Der Taxator muß daher nach Erwägung aller Verhältnisse die Probefläche immer an die richtige Stelle des Bestandes zu legen suchen. Je regelmäßiger ein Bestand erzogen wurde, je vollkommener derselbe bestockt ist, um so leichter wird die Aufgabe zu lösen sein. Ältere und namentlich lückige Bestände bieten größere Schwierigkeiten und ist man daher nicht vor größeren oder kleineren Fehlern bei der Wahl der Probeflächen geschützt. Im letzteren Falle ist daher auch das Probeflächen-Verfahren durch die stammweise Aufnahme des ganzen Bestandes zu ersetzen.

Unter Umständen ist die Wahl mehrerer Probeflächen in einem Bestande vorzuziehen, nämlich:

a) Wenn der Bestand zwar ziemlich regelmäßig, auch von gleicher oder nahe gleicher Bonität, dagegen aber so ausgedehnt ist, daß man sich nicht gut alle Eindrücke in demselben merken kann, um nach richtiger Würdigung derselben die richtige Probefläche auszuwählen,

In diesem Falle scheint es rätlich, den Bestand in zwei oder drei Teile abzusondern und in jedem Teil eine Probefläche auszuwählen. Die genauesten Resultate wird man dann erhalten, wenn die Flächeninhalte der einzelnen Teile wenigstens annähernd ermittelt werden, wobei das Ziehen der entsprechenden Grenzen nach dem Augenmaß in dem Bestande und auf der Karte und die Berechnung der Flächenteile aus letzterer in der Regel genügen dürfte.

b) Wenn der Bestand zwar überall dieselbe Bonität besitzt, aber auf einzelnen Flächen verschiedenaltrig ist.

In diesem Falle werden für die einzelnen verschiedenaltrigen Bestandespartieen besondere Probeflächen ausgewählt. Im Übrigen verfährt man wie bei a, nur kann die Ermittlung der einzelnen Flächenanteile des Bestandes unter Umständen eine größere Sorgfalt bedingen.

c) Wenn in dem Bestande verschiedene flächenweise getrennte Bonitäten vorkommen und die zu jeder Bonität gehörigen Stämme sehr verschiedene Höhen und Formen haben.

Auch hier empfiehlt sich die Ausscheidung einer Probefläche für jede Bonität und eine annähernde Ermittlung der zugehörigen Flächenanteile.

Man hat zwar den Vorschlag gemacht, in diesem Falle durch den ganzen Bestand einen einzigen Probestreifen zu legen, welcher jede der einzelnen Flächen in einem verhältnismäßigen Teile berühren soll. Hierdurch wird aber das Verfahren nicht vereinfacht, das Resultat aber in der Regel verschlechtert.

Es würde nämlich in diesem Falle die Wahl der Probefläche zu sehr von dem Augenmaße abhängen; sodann müßte aber auch bei der Berechnung der Holzmasse des Probestreifens doch eine Aufnahme desselben nach Höhenklassen stattfinden, wodurch die Vorteile der Anlegung eines Probestreifen wieder hinfällig würden.

Fig. 80.

d) Wenn, wie an steilen Bergwänden, sehr viele allmählich in einander übergehende Bonitäten vorkommen, was sich darin äußert, daß die Stammhöhen von dem Fuße nach dem Gipfel hin langsam abnehmen.

In diesem Falle wird wie bei c. verfahren. Die Führung eines Probestreifens P, Fig. 80, vom Fuße nach dem Gipfel oder Gebirgskamme hin, ist auch hier nicht einfacher, dagegen das Resultat weniger genau.

Man legt deßhalb besser möglichst parallel zum Fuße A B, Fig. 81, zwei bis drei Streifen, a, b und c und bestimmt etwa in

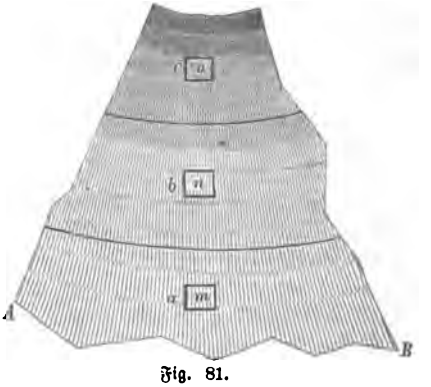


Fig. 81.

der Mitte eines jeden derselben eine Probefläche m, n und o. Ist die Abnahme der Höhen und Stärken im Bestande eine gleichmäßige, so kann man unter Umständen, namentlich wenn der Bestand vom Fuße nach dem Gipfel hin ziemlich dieselbe Breite behält, auch schon mit einer Probefläche n ausreichen, welche in dem mittleren Streifen b anzulegen wäre.

B. Die Form, Größe und Ausscheidung der Probeflächen.

Nachdem der Ort der Probefläche mit möglichster Sorgfalt bestimmt ist, handelt es sich zunächst um deren zweckmäßigste Form und Größe, sowie um das Abstecken derselben.

a) Die Form der Probefläche soll wo möglich so sein, daß der Umfang derselben bei gleichem Flächeninhalte ein Minimum ist. Dieser Anforderung würde jedenfalls der Kreis entsprechen; denn denkt man sich z. B. eine 1 Hektar = 10000 Quadratmeter große Probefläche, so ist der Umfang eines gleich großen Kreises = 354 m, der Umfang eines Quadrates gleicher Größe aber 4×100 = 400 m. Rechtecke, namentlich langestreckte, haben aber, bei gleicher Fläche, noch einen größeren Umfang als das Quadrat.

Da ein Kreis sich schwer im Walde abstecken läßt, auch die Aufnahme der Stämme innerhalb desselben nicht so bequem wäre, so verdient die quadratförmige Probefläche im Allgemeinen den Vorzug. Sollten sich jedoch der Ausscheidung des Quadrats ausnahmsweise Hindernisse entgegen stellen, so wähle man ein Rechteck, welches von dem Quadrate möglichst wenig abweicht, d. h. dessen Seiten möglichst kleine Differenzen zeigen.

Der Grund, warum man zu Probeflächen gern Formen wählt, welche im Verhältnisse zu ihrem Inhalt einen möglichst kleinen Umfang haben, ist der, daß in die Umfangslinien in der Regel einzelne Stämme fallen, von denen es zweifelhaft ist, ob man sie der Probefläche zu- oder abzählen soll. Ist nun der Umfang ein Minimum, so erreicht die Wahrscheinlichkeit, daß in die Umfangslinien die wenigsten Stämme fallen werden, ein Maximum.

Th. Hartig empfiehlt in seiner Schrift „vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche" der Probefläche die Form eines gleichschenkeligen, rechtwinkeligen Dreieckes zu geben. Die Summe der Umfangslinien der Probefläche ist alsdann im Verhältnis zum Quadrat allerdings 1,2mal größer, und es wächst damit auch die Wahrscheinlichkeit, daß durch etwas fehlerhafte Lage der Grenzen der Fehler verhältnismäßig größer wird; derselbe wird aber in größerem Verhältnis wieder dadurch aufgehoben, daß man es bei der Dreiecksform viel mehr in der Gewalt hat, die unpassend fallenden Grenzlinien entsprechend zu verlegen, als bei dem Quadrat oder Rechteck, bei welchem sich die beiden zuletzt bestimmten Seiten ganz nach den ersten richten müssen.

b) Die Größe der Probefläche richtet sich nach der Beschaffenheit des aufzunehmenden Bestandes und nach dem Genauigkeitsgrade, den man bei der Aufnahme zu erreichen beabsichtigt. Dieselbe in einer bestimmten Zahl auszudrücken, ist daher unthunlich und wäre unpraktisch. Im allgemeinen sei nur bemerkt, daß die Größe der Probefläche in gleichmäßig bestockten, meist jüngeren Beständen kleiner sein kann, als in weniger dichten, unregelmäßigen und älteren Beständen. Sollen die absoluten Fehler in zwei nach Probeflächen aufzunehmenden Beständen gleich groß ausfallen, so müssen die Probeflächen sich verhalten, wie die zugehörigen Flächen der Bestände.*) Vor allzu kleinen Probeflächen muß schon deshalb gewarnt werden, weil hier verhältnismäßig die meisten Stämme in die Bestandeslinie fallen; denn der Umfang einer quadratförmigen Probefläche nimmt in einem weit kleineren Verhältnisse wie deren Inhalt zu. So ist z. B. der Umfang eines 1 Hektar = 10000 qm großen Quadrates 400 m, derjenige eines 0,25 Hektar = 2500 qm großen aber nicht $\frac{400}{4} = 100$ m, sondern

$$4 \times \sqrt{2500} = 4 \times 50 = 200 \text{ m.}$$

Man hat den Vorschlag gemacht, die Größe der Probefläche in Prozenten (2—5 %) der Bestandesfläche auszudrücken. Wir halten dieses nicht für praktisch, sondern sind der Meinung, lieber eine bestimmte Fläche anzunehmen, unter die man im allgemeinen nicht heruntergehen soll. Denn hätte z. B. ein Bestand nur 2 Hektare Flächengröße und die Probefläche wäre auf 3 % dieser Größe festgesetzt worden, so betrüge sie hier nur 0,06 Hektar, welcher Betrag, namentlich einen unregelmäßigen Bestand vorausgesetzt, denn doch zu klein und für die Massenberechnung zu schwankend sein dürfte, da hier der Umfang der Probefläche noch überdies verhältnismäßig groß wäre.

Überhaupt sollte man in älteren, nur 2—3 Hektare großen Beständen schon reiflich überlegen, ob nicht etwa die Auswahl, die Bestimmung der Größe, das Abstecken und stammweise Auskluppieren der Probefläche schon so viel oder nahe so viel Zeit in Anspruch nimmt, als die Aufnahme des ganzen Bestandes selbst.

Der Verfasser hat in dieser Beziehung einen Versuch in einem 1,9 Hektar großen haubaren Kieferbestande gemacht und gefunden, daß die sorgfältige Auswahl der 0,57 Hektar großen Probefläche 10, die

*) Vergl. über Größe der Probeflächen, Allg. Forst- und Jagdzeitung 1861, Seite 399.

genaue Absteckung und Bezeichnung der Umfangslinien der Probefläche 28 und die stammweise Kluppierung derselben 20 Minuten Zeit erforderten, der ganze Zeitaufwand also $10 + 28 + 20 = 58$ Minuten betrug. Zur Kluppierung des ganzen Bestandes von 1,9 ha gehörte dagegen gerade eine Stunde und es ergaben sich daher zu Gunsten der Probefläche nur 2 Minuten Zeitersparnis. Die Aufnahme einer kleineren Probefläche, gegenüber einer größeren, empfiehlt sich aber in älteren haubaren Beständen fast nie, weil dabei auch die Zeitersparung bei der Kluppierung nur wenige Minuten betrüge.

Erwägt man noch weiter, daß man bei der Aufnahme nach Probeflächen immer erst nach einer Zwischenrechnung zur Bestandesmasse gelangt, diese aber bei der stammweisen Aufnahme direkt erhalten wird, läßt man weiter die größere Genauigkeit des letzteren Verfahrens nicht unberücksichtigt und bedenkt endlich noch, daß es auf eine Viertelstunde mehr oder weniger in der Praxis gar nicht ankommt, namentlich wenn man vielleicht 1—2 Stunden gehen muß, ehe man nur an den fraglichen Bestand gelangt, so dürfte sich bei kleinen haubaren Beständen die Wagschale jedenfalls auf Seite der stammweisen Aufnahme ganzer Bestände neigen.

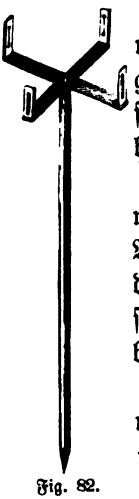


Fig. 82.

Nur in Ausnahmsfällen können wir bei haubaren oder nahe haubaren Beständen zu kleineren als 0,50 Hektaren großen Probeflächen raten. Bei jüngeren, regelmäßigeren Beständen kann man unter Umständen bis auf 0,25 Hektare heruntergehen.

c) Zum Abstecken der Probefläche verwendet man Kreuzscheiben (Winkelkreuz), Winkelspiegel, Winkelprisma u. s. w.*) An Bergwänden führe man die obere und untere Seite der Probefläche möglichst horizontal, so daß die beiden andern Seiten derselben in kürzester Linie bergauf laufen.

Soll die Probefläche ein Quadrat bilden, so erhält man die Länge der Quadratseite, in Metern und Decimalteilen, indem man aus dem in Quadratmetern ausgedrückten Flächeninhalte der Probefläche die Wurzel zieht. Wäre z. B. die Probefläche 0,25 Hektar = 2500 qm, so wäre deren

*) Ganz besonders dürfte sich hierzu die in unserem Lehrbuche der niederen Geodäsie, 4. Aufl., Berlin 1886, Seite 72 beschriebene Form empfehlen, mit welcher auch ein Baumhöhenmesser in Verbindung gebracht werden kann. Vergl auch Monatsschrift für Forst- und Jagdwesen, Jahrgang 1871, Seite 41 u. f. f.

Quadratseite $= \sqrt{2500} = 50$ m, bei einer 1 Hektar großen Probefläche aber $\sqrt{10000} = 100$ m u. s. w.

Muß man, örtlicher Verhältnisse halber gezwungen, als Probefläche ein Rechteck wählen, so bestimmt man zunächst die Länge einer der parallelen Seiten des Rechteckes und dividiert mit dieser in den in Quadratmetern ausgedrückten Flächeninhalt der Probefläche, so erhält man in dem Quotienten die Länge der zwei anderen parallelen Seiten.

Soll z. B. die Probefläche 1 Hektar = 10000 qm enthalten, und man habe die Grundlinie derselben 120 m lang bestimmt, so wäre die Breite $\frac{10000}{120} = 83{,}33$ m lang zu machen. Zu diesem Behufe hätte man in jedem der beiden Endpunkte der 120 m langen Grundlinie eine Senkrechte zu errichten, dieselbe mit Absteckstäben u. s. w. zu bezeichnen und auf jeder 83,33 m abzumessen, es würden dann die Enden dieser Linien die beiden anderen Ecken der Probefläche bezeichnen. Zur Probe kann schließlich noch die zwischen den beiden letztgefundenen Punkten befindliche Linie gemessen werden, welche dann ebenfalls 120 m lang sein muß.

Das Messen der Umfangslinien geschieht mit Meßketten, Meßlatten oder auch Meßbändern. Gut gezwirnte Meßschnüre, wie sie z. B. Th. Hartig empfiehlt, haben den Vorteil bequemen Transports. Auch werden jetzt sehr schöne 10 und 20 m lange aufrollbare Stahlbänder gefertigt, die für das Abstecken von Probeflächen sehr bequem sind. Der Gebrauch dieser Instrumente ist so einfach, daß er hier als bekannt vorausgesetzt werden kann. Bei geneigtem Terrain müssen die Linien horizontal gemessen werden, indem man die hier bequemere Meßlatte an dem einen Ende auf der höheren Stelle des Bodens auflegt, dieselbe nach dem Augenmaße in der Richtung der zu messenden Linie in horizontale Lage bringt, genau an das andere Ende ein Senkel hält, und auf diese Art den Punkt bestimmt, an dem die andere Latte wieder angelegt werden muß.

Die Umfangslinien der Probefläche werden ferner mit Stäben, Reisern oder durch ein leichtes Aufschürfen des meist mit Laub oder Moos bedeckten Bodens mit dem Fuße u. s. w. bezeichnet, damit man bei der Kluppierung die Grenzen derselben nicht überschreitet und außerhalb liegende Bäume nicht mit mißt. Beabsichtigt man die Probeflächen wie bei Ertrags- und Durchforstungsflächen, wiederholt aufzunehmen,

dann müssen wenigsten die Eckpunkte derselben mit starken Pflöcken oder Steinen, auch Gräbchen, dauernd bezeichnet werden.

Bei der Ausscheidung von Probeflächen ist endlich noch darauf zu achten, daß die linker und rechter Hand von jeder Umfangslinie liegenden leeren Zwischenräume sich ihrem Inhalte nach möglichst vergleichen; denn würde z. B. die außerhalb der Umfangslinien fallende leere Fläche größer als die innere sein, so würde, selbst bei richtiger Wahl der Probefläche, die Holzmasse auf derselben zu groß erhalten werden und umgekehrt. Bei regelmäßigen Saat- und Pflanzverbänden lege man daher die Umfangslinien in die halbe Pflanzweite oder in die Mitte der Saatriefen, damit sich die leeren Zwischenräume zwischen zwei Reihen in gleiche Hälften teilen.

C. Die Aufnahme und Berechnung des Holzgehaltes der Probefläche.

In dieser Beziehung haben wir nichts Neues mitzuteilen. Man behandelt jede Probefläche wie einen selbständigen Bestand und nimmt die auf derselben befindliche Holzmasse nach einer der bereits gelehrten Methoden auf. Unter allen Umständen müssen daher die Durchmesser sämtlicher auf der Probefläche befindlichen Stämme in Brusthöhe gemessen und in Stärkeabstufen von etwa 2 zu 2, oder bei wissenschaftlichen Arbeiten von 1 zu 1 cm eingetragen werden. Die übrigen Arbeiten richten sich nach dem gewählten Verfahren.

Wollte man z. B. die auf Metermaß umgerechneten bayerischen Massentafeln anwenden, so hätte man mittelst eines Höhenmessers entweder die mittlere Höhe jeder Stärkestufe oder bei geringen Höhendifferenzen, diejenige des ganzen Bestandes zu ermitteln, den dieser Höhe und der betreffenden Stärkestufe und Holzart entsprechenden Inhalt *eines* Stammes in den Tafeln aufzusuchen und mit der Stammzahl der Stärkestufe zu multiplizieren, um den Inhalt der letzteren zu erhalten. In gleicher Weise würde mit den übrigen Stärkestufen verfahren.

Wollte man den Massengehalt der Probefläche mittelst Fällung von Modellstämmen bestimmen, so wäre es gerade nicht notwendig, letztere *innerhalb* der Probefläche auszuwählen, dieselben können vielmehr auch der nächsten Umgebung entnommen werden. Dieses Verfahren ist namentlich da zu empfehlen, wo man, um etwa den Wachstumsgang eines Bestandes in den verschiedenen Lebensperioden zu erforschen, von Zeit zu Zeit immer wieder den Massengehalt derselben Probefläche aufzunehmen beabsichtigt.

Manchmal bestimmt man auch durch *kahlen Abtrieb* der Probefläche den Holzgehalt derselben. Es ist diese Methode jedoch weniger beim Hochwald, als beim Nieder- und Mittelwaldbetriebe üblich.

D. Die Berechnung der Bestandesmasse.

Ist die Holzmasse auf der Probefläche nach C ermittelt, so wird derjenige des ganzen Bestandes nach einer einfachen Proportion gefunden. Hätte man z. B. den Holzgehalt einer 1 Hektar großen Probefläche 180 Festmeter und den Flächeninhalt des ganzen Bestandes 20 Hektar (Holzboden) gefunden, so wäre der Kubikinhalt des letzteren:

$$1 : 20 = 180 : x \text{ oder}$$

$$x = 180 \times 20 = 2600 \text{ Festmeter.}$$

Sollten in einem Bestande mehrere Probeflächen ausgewählt worden sein, so muß natürlich die Berechnung für jeden zur betreffenden Probefläche gehörigen Teil des Bestandes getrennt stattfinden. Größere in einem Bestande vorkommende Blößen und Lücken müssen vorher ihrem Inhalte nach ermittelt und bei der Berechnung ausgeschieden werden, wenn die Probefläche nicht schon unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse ausgewählt wurde. Bei durchaus lückigen Beständen sollte jedoch, wie bereits erwähnt, immer nur das Verfahren der stammweisen Aufnahme in Anwendung kommen.

2. Die Aufnahme nach Probeflächen ohne Flächenmessung.

§ 49.

Auch ohne den Flächeninhalt der Probefläche und des Bestandes zu kennen, läßt sich die Bestandesmasse ermitteln. Das Verfahren besteht darin, daß man sämtliche Bäume des Bestandes nicht mit der Kluppe mißt, sondern nur zählt. Es kann hierbei ein größeres Hilfspersonal, von 5—10 Holzhauern oder sonstigen zuverlässigen Leuten, Verwendung finden. Dieselben werden am längeren Saume des Bestandes in einer Reihe und in solcher Entfernung aufgestellt, daß bei langsamem, geradem Vorschreiten des Personals Jeder die zwischen ihm und seinem nächsten Nachbar — rechter oder linker Hand — befindlichen Stämme bequem zählen kann. Eine größere Genauigkeit wird hierbei erzielt, wenn die von den einzelnen Personen gezählten Stämme zugleich auch in irgend einer Weise kenntlich gemacht werden. Jedenfalls muß aber bei dem Vorschreiten durch den Bestand der Flügelmann, welcher sich in dem noch nicht gezählten Teil des Bestandes bewegt, die deutliche Zeichnung der am Flügel zuletzt gezählten Randbäume vornehmen.

An der entgegengesetzten Grenze des Bestandes angelangt, wird die Mannschaft wieder neu geordnet und hierauf die Zählung eines neuen Streifens in umgekehrter Richtung vorgenommen. In dieser Weise wird

bis zu Ende fortgefahren, worauf Jeder seine gezählten Stämme angiebt, welche addiert die Stammzahl des Bestandes liefern.

Hierauf wählt man in dem Bestande an geeigneter Stelle eine entsprechend große Probefläche aus, welche die Stammhöhen und Stammstärken in richtigem Verhältnis zu enthalten scheint und wobei es auf genaue Beobachtung des mittleren Bestandesschlusses begreiflicherweise weniger ankommt. Durch Kluppieren sämtlicher Stämme auf dieser Probefläche ergiebt sich zugleich auch die Stammzahl derselben. Wird endlich nach bekannten Regeln der Holzgehalt der Probefläche ermittelt, so erhält man die Masse des ganzen Bestandes nach der Proportion: Wie sich die Stammzahl der Probefläche zu derjenigen des ganzen Bestandes verhält, so wird sich auch die Holzmasse der Probefläche zu derjenigen des Bestandes verhalten. Da in dieser Proportion die drei ersten Glieder bekannt sind, so ergiebt sich das vierte Glied durch einfache Rechnung.

Beispiel. Die Stammzahl des Bestandes sei 3860, diejenige der Probefläche 520 und die Holzmasse der letzteren 560 Festmeter, so ist die Bestandesmasse x:

$$520 : 3860 = 560 : x, \text{ oder}$$

$$x = \frac{560 \times 3860}{520} = 4157 \text{ Festmeter.}$$

Da bei diesem Verfahren das Abstecken einer Probefläche von einem gegebenen Inhalte wegfällt, auch die Dichtigkeit des Bestandes bei der Wahl derselben unberücksichtigt bleiben kann, weil man hier nicht die Fläche, sondern die Stammzahl des Bestandes mit der Probefläche in Verhältnis setzt, so dürfte diese Methode dann etwas bessere Resultate als die im vorigen Paragraphen beschriebene liefern, wenn die Zählermannschaft durchaus zuverlässig ist, was sich aber leider schwer kontrollieren läßt.

Zieht man auf der andern Seite wieder das größere und darum kostspieligere Hilfspersonal in Erwägung, und bedenkt ferner, daß zur streifenweisen Auszählung des Bestandes unter Umständen nicht sehr viel weniger Zeit gehört als zur Messung der Durchmesser, so dürfte auch hier in vielen Fällen die stammweise Aufnahme wieder den Vorzug verdienen.

Viertes Kapitel.

Die Ermittlung der Zwischennutzungserträge.

§ 50.

Wirft man einen Blick auf die § 37 mitgeteilten Ertragstafeln, so erkennt man sofort, daß von der großen Menge der bei der Begründung des Bestandes vorhandenen jungen Holzpflanzen nur wenige das Alter der festgesetzten Umtriebszeit erreichen. Mit der Entwicklung der einzelnen Pflanzen entsteht unter ihnen ein gleichzeitiges Ringen um Licht und Raum, die kräftigen wachsen siegreich empor und breiten sich aus, die schwächeren werden unterdrückt, sterben ab und werden schließlich als Durchforstungsholz herausgehauen. Nicht alles Gehölz, was vor Ablauf der Umtriebszeit aus dem Bestande entfernt wird, ist aber Durchforstungsmasse. Die Reinigungshiebe haben z. B. den Zweck, aus jüngeren Beständen nicht wünschenswerte Stockausschläge, Weichhölzer, Straucharten u. dgl. zu entfernen, während man mit den sogenannten Auszugshieben die Herausnahme von einzelnen vorgewachsenen oder älteren breitkronigen Bäumen zu Gunsten einer jüngeren, den Hauptbestand bildenden Altersklasse beabsichtigt. Die Ergebnisse an Durchforstungen, Reinigungs- und Auszugshieben zusammengenommen bilden die Zwischennutzungen des Bestandes.

Die in den vorstehenden Paragraphen beschriebenen Aufnahmsmethoden beziehen sich vorzugsweise auf die Ermittlung der Haubarkeitserträge. Es dürften daher hier noch einige Bemerkungen über die Berechnung der Zwischennutzungen um so mehr am Platze sein, als dieselben oft einen sehr wesentlichen Bestandteil der jährlichen Fällungsergebnisse bilden.

Die genaue Vorausbestimmung der künftigen Zwischennutzungserträge, zum Zwecke der Feststellung des nachhaltigen jährlichen Fällungsetats eines Waldes, ist die schwierigste Aufgabe in der ganzen Holzmeßkunde, weil sie einer Menge Störungen und Schwankungen unterliegen und auf andere Verhältnisse leicht übertragbare Erfahrungen noch vielfach fehlen. Die Zwischennutzungserträge wechseln nämlich je nach Holzart,

Standortsgüte, Länge der Umtriebszeit, der dichteren oder lichteren Begründung der Bestände, der Menge der Vorwüchse, angeflogenen und bei den Durchforstungen herauszunehmenden weichen Holzarten, dem Durchforstungsgrade, dem früheren oder späteren Beginne der Durchforstungen und deren Wiederholung u. s. w. Die größte Ausbeute an Durchforstungserträgen scheint in der Zeit des vorherrschenden Längenwachstums der Bestände zu erfolgen. Später fangen dieselben namentlich bei zählebigen Holzarten schon beträchtlich an zu fallen, erhalten sich dagegen bei lichtbedürftigen Hölzern, wie Kiefern, Erlen, Birken, Eichen, u. s. w. oft bis zum Haubarkeitsalter hin noch auf beträchtlichen Höhen.*) Im Allgemeinen kann man die Durchforstungserträge bei sorgsamer Ausnützung der Bestände zu 25—40 Prozent und bei mit hohen Umtrieben behandelten lichtbedürftigen Holzarten selbst bis zu 50 Prozent der Haubarkeitsmasse annehmen.

Hiermit sei jedoch nicht gesagt, daß diese Masse auch überall im Interesse des Waldbesitzers verrechnet und verwertet wird. An manchen Orten gestatten schon die niedrigen Holzpreise oder hohen Arbeitslöhne keine ordnungsmäßige Durchforstung, in anderen Lokalitäten fällt wieder ein großer Teil oder alles Durchforstungsholz in die Hände von Frevlern und Leseholzberechtigten.

Es sind Fälle bekannt, wo der jährliche Fällungsetat nachhaltig aus $\frac{1}{3}$ Zwischennutzungen bezogen wird. Allerdings ist daselbst der Frevel fast gänzlich unterdrückt und beschränkt sich in der Regel nur auf die von selbst abfallenden abgestorbenen schwächeren Äste, oder auf mit der Hand abbrechbares dürres Durchforstungsreisig, auch waltet in den Revieren ein sparsam ordnender Sinn. Andere Fälle, wo trotz verhältnismäßig hohen Holzpreisen die Durchforstungen noch sehr darniederliegen, gehören leider auch nicht zu den Seltenheiten.

Sind die unmittelbaren Erlöse aus Durchforstungen in manchen Gegenden vielleicht auch noch nicht sehr groß, so wolle man hierbei nicht übersehen, daß die Durchforstungen auch noch ganz besonders den Zweck haben, *den bleibenden Bestand indirekt zu einer rascheren und größeren Massenvermehrung dadurch zu nötigen, daß man dem Einzelstamme einen größeren Boden- und Luftraum einräumt.* Allerdings ist es bequemer,

*) Mit dieser Auffassung stimmen auch die größeren Hauungen entnommenen Durchforstungserträge *Burckhardts*, Seite 404, überein; während nach *Dankelmann* (Ablösung und Regelung der Waldgrundgerechtigkeiten, 3. Teil, Berlin 1888) das Maximum der Durchforstungserträge bei der Kiefer in das 60., bei der Buche und Fichte sogar erst in das 70. Lebensjahr fallen soll, was nur dann zutreffen dürfte, wenn die Bestände in früheren Jahren nicht oder zu schwach durchforstet wurden.

in verschwenderischer Weise ältere, geschlossene Bestände zusammenzuschlagen, als durch eine weise Sparsamkeit dieselben bis zum Eintritt ihrer größten Werterzeugung möglichst zu erhalten und trotzdem dem Waldbesitzer die etatmäßige Summe abzuliefern.

Man hat, um die Zwischennutzungserträge für Taxationszwecke voraus zu bestimmen, ähnlich wie für den Hauptbestand, auch Ertragstafeln für die Durchforstungserträge aufgestellt, oder von anderen bearbeitete Tafeln zu benutzen gesucht. Bieten auch derartige allgemeine Ertragstafeln für den Nebenbestand dem Taxator einigen Anhalt, so erfordert doch der Gebrauch derartiger Schätzungsmittel, namentlich wenn man nicht weiß, wie dieselben entstanden sind, einige Vorsicht. Jedenfalls müßten dieselben nach Bonitäten, unter Angabe der mittleren Bestandeshöhe des Hauptbestandes, geordnet sein. Die bis jetzt veröffentlichten Ertragstafeln für Zwischennutzungen enthalten oft kein ganz maßgebendes Material oder zeigen deutliche Spuren künstlicher Ergänzungen.

Bei der Aufstellung solcher Tafeln ging man seither in der Art vor, daß man in 20, 30, 40, 50, 60 u. s. w. jährigen Beständen gleicher Holzart und möglichst gleicher Bonität, die zufällig vorhandenen Durchforstungserträge ermittelte und die Ergebnisse zu Ertragstafeln zusammenfügte. Dieses Verfahren kann selbstverständlich nur da zu richtigen Resultaten führen, wo auch die älteren z. B. 50, 60, 70, 80 u. s. w. jährigen Bestände von früher Jugend auf schon ordnungsmäßig durchforstet wurden, denn im anderen Falle mußten natürlich die älteren Bestände noch Durchforstungserträge abwerfen, welche schon in einer früheren Periode hätten herausgenommen werden sollen. Es kam bei diesem Verfahren ein Teil der Zwischennutzungen in mehrfachen Ansatz, und es erklärt sich auf diese Weise das von manchen Schriftstellern angenommene anhaltende Steigen dieser Nutzungen bis in hohe Bestandesalter hin. Daß aber unter den älteren Beständen, welche zu Untersuchungen herangezogen wurden, auch noch solche waren, welche in früheren Zeiten gar nicht oder nur unvollkommen oder unregelmäßig durchforstet wurden, wird gewiß zugegeben werden müssen.

Hieraus folgt, daß eine richtige Ertragstafel für Durchforstungen sich am besten in der Art herstellen ließe, daß man in Beständen, welche gerade für die erste Durchforstung reif und gegen Frevel u. s. w. geschützt sind, Probeflächen ausschiede, diese nach verschiedenen Graden durchforstete, den Betrag der ersten Durchforstung aufzeichnete und dieselbe Arbeit bis zur Haubarkeit anfänglich alle 5 Jahre, später etwa alle 10 Jahre wiederholte. Auf diese Art braucht man allerdings große Zeiträume, bis man

brauchbare Ertragstafeln erhält, aber dennoch wurde dieser Weg in neuester Zeit von mehreren Seiten, z. B. von verschiedenen forstlichen Versuchsanstalten, gewiß mit Aussicht auf einen besseren Erfolg betreten.*)

Ein Ausweg, welcher rascher zu guten Ertragstafeln für Zwischennutzungen führt, besteht darin, daß man in mehreren verschieden alten Beständen, gleichzeitig Versuchsflächen abgrenzt, im Allgemeinen wie oben angedeutet wurde, verfährt, eine Abänderung aber insofern eintreten läßt, als man die älteren Bestände, im Falle sie früher nachweisbar nicht regelmäßig durchforstet wurden und daher aus früheren Zeiten noch Durchforstungsholz enthalten, zwar ordnungsmäßig durchforstet, die Erträge aber als unbrauchbar verwirft und erst die späteren Erträge für den vorliegenden Zweck benutzt. Ist es hierbei möglich, die Versuchsstellen ziemlich nahe aneinander zu legen, so hat man zugleich die größere Wahrscheinlichkeit für eine bessere Übereinstimmung der Bonitäten und daher auch der in Aussicht stehenden Resultate.

Wenn es nun richtig ist, daß wir im Augenblicke noch keine vollkommenen Ertragstafeln für Zwischennutzungen haben, wenn es ferner nicht geläugnet werden kann, daß die Zwischennutzungserträge aus den bereits angeführten Gründen stets Schwankungen unterliegen werden. so dürfte auch die Behauptung nicht ganz verwerflich sein, daß solche Tafeln zwar insofern sehr wertvoll sind, als sie in Verbindung mit den Hauptnutzungen Auskunft geben, was ein Bestand von einer bestimmten Bonität und Holzart in einem gewissen Zeitraum zu produzieren vermag, daß sie aber für denjenigen, welcher die künftigen Zwischennutzungserträge zum Zweck der Waldertragsregelung von Fall zu Fall bestimmen soll, immerhin mit Vorsicht und kritischem Auge aufzunehmen sein dürften. Auch für den Unterricht in der Waldwertrechnung sind solche allgemeinen Vorertragstafeln unentbehrlich.

Die Ermittlung der Durchforstungserträge zu Forsteinrichtungszwecken wird daher vielfach sicherer nach bereits örtlich gemachten Erfahrungen, als nach allgemeinen Ertragstafeln erfolgen. Man wird auf diese Weise

*) In meiner Schrift: „Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form" habe ich ein reiches, selbstgewonnenes Durchforstungsmaterial veröffentlicht; dasselbe schien mir aber noch nicht hinreichend, um Ertragstafeln für Durchforstungen darauf zu gründen, obgleich andere Schriftsteller mit weit dürftigerem Materiale keinen Anstand nahmen, solche Ertragstafeln zu veröffentlichen. — Auch die Dankelmann'schen Vorertragstafeln in dessen „Waldgrundgerechtigkeiten" sind aus dem noch unvollständigen Materiale der forstlichen Versuchsanstalten entstanden.

sicher bessere Resultate erhalten, als nach den bis jetzt veröffentlichten Ertragstafeln.

In neuerer Zeit wird daher auch in verschiedenen Staaten das jährliche Fällungsquantum der Reviere nur nach der Haubarkeitsmasse festgestellt, die periodisch oder jährlich anfallenden Zwischennutzungen aber nach der Fläche in der Art bestimmt, daß man feststellt, wie groß die jährlich zu durchforstende Fläche ist. Letztere wird dann ohne Rücksicht auf den Haubarkeitsetat regelrecht durchforstet, das Durchforstungsmaterial mag groß oder klein ausfallen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieses Verfahren viele Vorzüge bietet.

Merkwürdig ist es, wie manche Forstwirte, namentlich auch solche, welche der Klasse der Massenfachwerker angehören, den Vorschlag machen konnten, die Durchforstungserträge für eine ganze Umtriebszeit vorauszuberechnen. Einen unpraktischeren Vorschlag kann man sich nicht leicht denken. Die Durchforstungen sind denn doch vorzugsweise eine wirtschaftliche Maßregel; sie können daher hinsichtlich der Zeit ihrer Nutzung weder vor- noch zurückgeschoben werden, wenn der Hauptbestand nicht leiden soll. Aus diesem Grunde genügt es vollständig, die Durchforstungserträge nur für die nächsten 10 oder höchstens 20 Jahre zu veranschlagen. Bleibt der Voranschlag unter der Ausführung, so dürfen deshalb die wirtschaftlich nötig scheinenden Durchforstungen doch nicht zurückgeschoben werden, sowie man auch keine prädominierenden Stämme aushauen darf, wenn das wirkliche Ergebnis unter dem Voranschlag bleiben sollte.

Um bezüglich der Höhe der Durchforstungserträge doch etwas zu bieten, teilen wir nachstehend eine Vorertragstafel für Rotbuchen-, Fichten-, Eichen- und Kiefernhochwald mit, wie solche in Burckhardt's forstlichen Hilfstafeln sich veröffentlicht findet und verweisen gleichzeitig auf Dankelmanns Vorertragstafeln für Kiefer, Rotbuche und Fichte in dessen „Waldgrundgerechtigkeiten" Band 3, Seite 2—9, 1888.

Vorertragstafel

nach Ergebnissen größerer Durchforstungshauungen in vollen und ziemlich vollen Beständen nach Burckhardt.

Durchforstungsertrag inkluf. Reisholz für 1 Hektar.

Bestandesalter Jahre	Sehr guter Standort und recht vollwüchsiger Bestand	Standort		
		gut	mittelmäßig	gering
	Ertrag für nebenstehendes Jahrzehnt, Festmeter			
	I. Rotbuchenhochwald.			
bis 30	11	9	6	4
31— 40	24	17	11	6
41— 50	27	20	13	7
51— 60	27	19	11	6
61— 70	25	17	10	6
71— 80	23	16	10	5
81— 90	22	15	10	5
91—100	21	15	10	5
101—110	21	15	10	5
Summe	201	143	91	49
Durchschnittsertrag	2,8	1,3	0,8	0,4
	II. Fichtenhochwald.			
bis 30	.	14	10	5
31— 40	.	26	21	15
41— 50	.	30	25	19
51— 60	.	29	23	17
61— 70	.	27	21	14
71— 80	.	25	19	13
81— 90	.	23	16	11
91—100	.	21	12	—
Summe	.	195	147	94
Durchschnittsertrag	.	2,0	1,5	1,0
	III. Kiefernhochwald.			
20—30	.	26	23	17
31—40	.	24	21	15
41—50	.	21	18	13
51—60	.	19	15	10
61—70	.	17	12	7
71—80	.	15	10	—
81—90	.	14	—	—
Summe	.	136	99	62
Durchschnittsertrag	.	1,5	1,1	0,9

VI. Eichenhochwald.

In jedem Jahrzehnt von 20 Jahren an pr. Hektar
unter günstigen Verhältnissen 24—30 Festmeter
„ mittleren „ 20—24 „
„ geringen „ 14—20 „

Fünftes Kapitel.

Die Wahl der Bestandesschätzungsmethode für die verschiedenen Schätzungszwecke.

I. Die bei Waldwertberechnungen und Waldteilungen anzuwendenden Methoden.

§ 51.

Handelt es sich bei sehr wertvollen Objekten um Mein oder Dein, wie dies z. B. beim An- und Verkauf älterer Nutzholzbestände, bei Waldteilungen, Ablösung von Servituten in Wald u. s. w. der Fall ist, dann sollte der Wert des Gegenstandes mit dem höchstmöglichen Grade von Schärfe berechnet werden, was aber nur dann möglich ist, wenn man die auf dem Stocke befindliche Holzmasse genau kennt. Es ist klar, daß in solchen Fällen nicht jede der vorbeschriebenen Schätzungsmethoden angewendet werden darf, daß man vielmehr diejenige auswählen muß, welche, obgleich vielleicht etwas kostspieliger oder mühsamer, die genauesten Resultate liefert. Merkwürdigerweise wird gegen diesen Grundsatz noch häufig verstoßen. Um nämlich bei der Holzmassenaufnahme wenige Mark zu sparen, werden nicht selten Methoden empfohlen, welche durch ihre schwankende Grundlage ganz geeignet sind, die eine Partei unter Umständen um Tausende zu bringen, die andere dagegen aber um eben so viel zu bereichern.

Alle Methoden, welche einen oder den andern Gehaltsfaktor einschätzen, überhaupt an den Gebrauch des Augenmaßes bei der Bestimmung einflußreicher Faktoren erinnern, sollte man daher nach Möglichkeit umgehen.

Will man ausgedehnte Fällungen von Modellstämmen umgehen, so wähle man gute Durchschnitts-Formzahlen oder nach dem Prinzipe der bayerischen Massentafeln bearbeitete Schätzungsmittel. Bei Anwendung von solchen verfeinerten Schätzungsmethoden setzen wir natürlich wertvolle Wälder voraus, welche bereits dem Markt vollständig erschlossen sind.

Haben Waldungen aber aus Mangel an Holzabsatz noch kaum einen Wert, oder sind dieselben bereits ihrer wertvollen Bestände beraubt, dann kann man auf eine spezielle Bestandesaufnahme mittelst der Kluppe verzichten und sich auf Ertragstafeln und das Augenmaß stützen.

Da nach dem Prinzip der bayerischen Massentafeln bearbeitete Schätzungsmittel um so richtiger werden, auf um so ausgedehntere Bestandeskomplexe man sie anwendet, so verdienen dieselben vor den Methoden, welche Probestämme nur in beschränktem Maße fällen, sogar noch den Vorzug. Liefern auch die Methoden von Draudt und Urich die Sortimentsverhältnisse am genauesten, so werden sie doch mit der Zeit durch Tafeln immer mehr verdrängt werden, welche erfahrungsmäßige Sortimentsprozente für jede Brusthöhenstärke enthalten.

Was endlich die Frage betrifft, in wie weit man von der Schätzung nach Probeflächen Gebrauch machen soll, so ist dieselbe dahin zu beantworten, daß solche nur bei geschlossenen Hoch- und Niederwäldern, bei dem Unterholz in Mittelwäldern, sowie bei minderwertigen Objekten benutzt werden sollten. Für die Ermittlung der Holzmassen in lückigen Hochwaldungen und in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen empfiehlt sich dagegen die stammweise Aufnahme wertvoller Bäume mit der Kluppe.

Die Durchforstungserträge werden immer getrennt von den Haubarkeitsmassen behandelt.

Auf die Bestimmung des Stock-, Ast- und Reisholzes, welches man für andere Schätzungszwecke unter Umständen nach dem Augenmaß veranschlagen kann, ist, hohe Holzpreise vorausgesetzt, gleichfalls eine größere Sorgfalt zu verwenden.

II. Die bei Waldertragsregelungen anwendbaren Schätzungsmethoden.

§ 52.

Da hier die zu schätzenden Bestände in den Händen des Eigentümers bleiben, die Massenermittlung aber nur zum Zweck der Festsetzung des nachhaltigen, jährlichen Fällungsetats dient, so kann man sich manche Abkürzung des Verfahrens erlauben.

Dennoch kann auch hier dem Waldeigentümer die Größe des jährlichen Fällungsetats nicht gleichgiltig sein. Fällt auch das Holz, welches vielleicht infolge eines zu niedrig berechneten Etats im Walde stehen bleibt, nicht aus demselben hinaus, so muß doch jeder Überschuß über die

Vorratsmasse, welche bei Unterstellung einer für zweckmäßig erkannten Umtriebszeit gerade nötig ist, um nachhaltig wirtschaften zu können, als ein anderwärts besser unterzubringendes Kapital angesehen werden. Je genauer daher das hier in Anwendung kommende Bestandesschätzungsverfahren ist, um so richtiger wird sich der Fällungsetat festsetzen lassen, um so gesicherter erscheinen die projektierten Hiebs- und Kulturpläne.

Es giebt noch Orte, wo die Holzmassen der Wirtschaftseinheiten (Abteilungen) zum Zweck der Ertragsregelung nach der rohen Okularschätzung aufgenommen werden. Man geht daselbst von der Ansicht aus, daß sich die bald positiven, bald negativen Differenzen bei der Ertragseinschätzung wenigstens bis zu einem gewissen Grade ausgleichen vermöchten und daß, selbst in dem Falle, als diese Voraussetzung nicht eintreffen sollte, dann keine verderblichen Überhiebe und zwecklose nachteilige Ersparnisse vorkommen könnten, wenn man das Taxationselaborat öfter, z. B. alle 5 Jahre, revidiere, die Schätzung mit dem wirklichen Fällungsergebnisse vergleiche und je nach dem Ergebnisse der Revision den Etat entsprechend erhöhe oder erniedrige.

Dieser Ansicht, die gewiß Manches für sich hat, läßt sich jedoch die schon früher ausgesprochene Bemerkung entgegensetzen, daß solche häufige Revisionen ebenfalls immer Zeit und Mittel in Anspruch nehmen, welche um so größer werden, je mehr die Schätzung von den späteren wirklichen Ergebnissen abweicht. Denn es handelt sich dann in der Regel nicht allein um eine entsprechende Erhöhung oder Erniedrigung des jährlichen Fällungsetats, sondern unter Umständen auch, namentlich wenn sich in der Bonitierung jüngerer Bestände gröbere Fehler zeigen sollten, um eine Umrechnung und Abänderung der Haupt- und periodischen Wirtschaftspläne. Aus diesem Grunde wäre die Untersuchung der Frage doch nützlich, ob es nicht zweckmäßiger wäre, vielleicht doch eine bessere Schätzungsmethode in Anwendung zu bringen, namentlich wenn man bedenkt, daß alsdann statt 5jähriger, 10jährige Revisionen ausreichen würden. Überhaupt haben wir bei Behandlung der verschiedenen Bestandesschätzungsverfahren bereits darauf hingewiesen, daß die rohe Okularschätzung häufig gar keinen großen Gewinn an Zeit und Kosten liefert.

Die Ansichten der meisten Forstmänner gehen in neuerer Zeit wieder dahin, daß es für die Zwecke der Forsteinrichtung vollständig hinreichend sei, nur die dem Abtriebe näher stehenden Bestände einer genaueren speziellen Holzmassenaufnahme zu unterziehen. Es sind hierher die in den nächsten 10 oder 20 Jahren zur Fällung bestimmten alten, sowie solche

jüngere Bestände zu rechnen, welche wegen unvollkommener Bestockung, mangelhaftem Zuwachs oder wegen einer besseren Aneinanderreihung der Schläge zu früherem Abtriebe vorgesehen werden müssen. Solche Bestände besitzen, infolge ihres höheren Alters oder infolge früher entstandener Lücken, jüngeren und vollständig geschlossenen Beständen gegenüber, immer eine geringere Stammzahl, ihre Masse läßt sich daher auch, selbst bei stammweisen Aufnahmen rasch ermitteln.

Mittelalte und junge Bestände besitzen eine weit größere Stammzahl. Eine stammweise Aufnahme solcher Bestände ist daher mißlich, für die Zwecke der Waldertragsregelung aber auch nicht notwendig. Da es sich bei solche Beständen immer nur um Kenntnis der Masse handelt, welche sie zur Zeit ihrer Haubarkeit zu liefern versprechen, so bestimmt man letztere entweder nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachse solcher Bestände, welche mit ihnen gleiche Bonität haben, oder nach Ertragstafeln. Zur Auffindung der für die zu untersuchenden Bestände richtigen Ertragstafel leistet die mittlere Bestandeshöhe die besten Dienste. Für die Einschätzung ganz junger Bestände dient entweder der früher an ihrer Stelle gewesene alte abgetriebene Bestand, oder in ihrer Nähe befindliche ältere Bestände, welche ganz gleichen Standort zu haben scheinen.

Andere Forstmänner (Flächenfachwerker) gehen wieder von der Ansicht aus, daß man die Bestäude jüngerer Perioden nur mit einem gleichen auf eine Standortsgüte reduzierten Flächengehalte auszustatten habe, es würden diese dann von selbst zur Zeit ihrer Haubarkeit dieselbe Masse liefern, wie die gegenwärtig haubaren Bestände der nämlichen reduzierten Fläche. Sie drücken daher den künftigen Haubarkeitsertrag jüngerer Bestände gar nicht in einer bestimmten Zahl Festmeter aus.

Da dieser Gegenstand schon mehr in das Gebiet der eigentlichen Ertragsregelungsmethoden einschlägt, so müssen wir uns hier mit diesen wenigen kurzen Andeutungen begnügen.

Die im vorigen Paragraphen empfohlenen Methoden können auch zur Massenermittlung für die verschiedenen Ertragsregelungszwecke angewendet werden; insbesondere dürften die neubearbeiteten Massentafeln immer mehr das empfehlenswerteste taxatorische Hilfsmittel für Forsteinrichtungszwecke werden.

Hinsichtlich des Verfahrens bei den einzelnen Betriebsarten dienen noch folgende kurze Notizen:

A. In Hochwäldern sind größere, gleichförmige und geschlossene Bestände nach Probeflächen, ungleichmäßig bestockte Flächen, sowie Samen-,

Licht- und Abtriebsschläge, durch stammweise Aufnahmen der Durchmesser in Brusthöhe zu berechnen. Höchstens ist bei gleichförmig gestellten Samenschlägen noch eine Aufnahme nach *größeren* Probeflächen gestattet. Selbst einzelne Oberständer, welche in ihrer Form ganz von dem übrigen Bestande abweichen, können nach Massentafeln oder Formzahlen berechnet werden.

Die Haubarkeits- und Durchforstungserträge sind auch hier getrennt zu behandeln.

B. *In Niederwaldungen* kann von der Aufnahme nach Probeflächen der ausgedehnteste Gebrauch gemacht werden, nur weicht das Verfahren von demjenigen in Hochwäldern insofern ab, als die Masse ohne namhaften Schaden durch kahlen Abtrieb der Probeflächen erhoben werden kann. Die Probeflächen können auch kleiner als im Hochwald gewählt werden. Wurden die seitherigen jährlichen Erträge nebst den ihnen zugehörigen Flächen richtig verbucht, so daß sie als Anhalte für die Schätzung anderer *ähnlicher* Bestände dienen können, so wird man sogar häufig den Abtrieb von Probeflächen ganz ersparen können.

Dagegen wird eine stammweise Aufnahme der Stockloden auf den Probeflächen, wenigstens bei mit niederem Umtriebe behandelten Niederwaldungen, in der Regel zu umständlich sein. Noch eher wäre solches bei Niederwäldern mit höherem Umtriebe möglich, wenn man die schwächeren, unterdrückten Loden vorher ausforstete, in Wellen bände und sich bei der Aufnahme nur auf die stärkeren beschränkte.

C. *In Mittelwaldungen* ist die Aufnahme des Unterholzes von derjenigen des Oberstandes zu trennen. Erstere geschieht wie bei den Niederwaldungen; letztere durch stammweise Aufnahme der Durchmesser und Einschätzen der einzelnen Stämme in die hier unbedingt nötigen Höhenklassen. Weil die einzelnen Bäume des Oberstandes in der Regel sehr verschiedene Formzahlen besitzen werden, so wird die Berechnung nach *einem* arithmetischen Mittelstamm, im Falle man keine Massentafeln anwenden kann, meist zu ungenau sein. Zur Aufnahme des Oberstandes wähle man die Zeit nach dem Blattabfall bis zum Blattausbruch, weil man sonst bei dem Einschätzen der Baumhöhen, sowie bei dem Geschäfte überhaupt, vielfachen Unbequemlichkeiten ausgesetzt wäre.

D. *Die Kopf- und Schneidelholzwirtschaft* spielt im Walde meist eine untergeordnete Rolle, nur in sumpfigen Gegenden, Flußniederungen u. s. w. tritt sie zuweilen auf größeren zusammenhängenden Flächen auf. Da hier der Umtrieb sich meist zwischen 3 und 6 Jahren

bewegt, so hat man in den jährlichen Fällungsergebnissen genugsame Gelegenheit, sich die nötigen Anhalte zur Berechnung der Massenvorräte zu verschaffen. Um die Holzmasse zu berechnen, welche durchschnittlich in einer gewissen Zeit an einem Stamme erfolgt, hat man nur nötig, die Stämme zu zählen und mit der Stammzahl in die ihnen zugehörige Masse zu dividieren. Probehiebe werden hierbei selten nötig sein.

III. Das bei forststatischen Untersuchungen einzuhaltende Verfahren.

§ 53.

Dem aufmerksamen Beobachter kann es bei Betrachtung der vielen Hilfsmittel der Baum- und Bestandesschätzung und beim Hinblicke auf die große Menge von Methoden, nicht entgangen sein, daß diese Wissenschaft, so viel auch in neuester Zeit an ihrem Aufbau gearbeitet wurde, doch noch an einigen Mängeln leidet.

Die in einzelnen Fragen der Holzmeßkunde immer noch vorkommenden Widersprüche erklären sich größtenteils aus dem Mangel an zureichenden komparativen Untersuchungen.

Jetzt, wo in den meisten deutschen Staaten forstliche Versuchsanstalten errichtet worden sind, ist alle Aussicht vorhanden, daß diese fühlbaren Lücken in unserem Fache immer mehr zum Verschwinden kommen werden. Sehr beachtenswerte Resultate sind in der That in den letzten Jahren gemacht, bedeutende Fortschritte erzielt worden.

Aber auch dem ausübenden Forstmanne bietet sich jährlich in den Holzschlägen vielfältige Gelegenheit zur Lösung interessanter Streitfragen der Holzmeßkunde. Wir wollen nur nochmals daran erinnern, daß viele das Holz in Beständen nach Formzahlen aufnehmen wollen, Preßler stellt dagegen seine Grundstärken- und Richthöhenmethode, Breymann sein Verfahren, die Formzahlen an stehenden Bäumen mit Hilfe seines Universalinstrumentes zu bestimmen, als vorzüglichstes Schätzungsmittel hin. Wir erinnern ferner daran, daß nach den bayerischen Massentafeln in einigen Staaten schon längere Zeit geschätzt wird, daß dieses Verfahren überhaupt viele Anhänger zählt, daß in andern Ländern wieder, und gewiß aus guten Gründen, die Holzmasse mittelst Fällung von Probestämmen bestimmt wird. Jeder hält natürlich sein Verfahren für das zweckmäßigste und doch kann vielleicht nur eine dieser Methoden die besten Resultate bei Anwendung gleich einfacher Mittel liefern.

Wollten nun einige Fachgenossen diese verschiedenen Methoden an einem und demselben Bestande prüfen, so würde diese wichtige Streitfrage bald entschieden sein. Würde man sich hierbei verständigen und nach einem gemeinschaftlichen Arbeitsplane vorgehen, so könnte der Zweck noch kürzer und müheloser erreicht werden. Es könnte hierbei folgender Weg eingeschlagen werden:

Man wähle einen zum alsbaldigen Abtriebe bestimmten Bestand, welcher sich für die Prüfung der verschiedenen Methoden gleich gut eignet. (Eine Methode, welche nicht für alle Bestände anwendbar ist, steht an und für sich schon einer anderen gegenüber zurück, von welcher dieses nicht gilt.) Hierauf nehme man mit der größten Unparteilichkeit denselben Bestand nach jeder Methode mit möglichster Aufmerksamkeit auf, berechne nach jeder Methode dessen Masse und notiere die mit jeder derselben verbundene Zeit und Arbeitskraft. Nachdem das Verfahren bei allen zu prüfenden Methoden beendigt ist, treibe man den Bestand kahl ab und untersuche ebenfalls mit aller Aufmerksamkeit dessen Massengehalt. Es ist einleuchtend, daß für den fraglichen Versuch diejenige Methode den Vorzug verdient, welche in kürzester Zeit und mit den geringsten Mitteln dem wirklichen Fällungsergebnis am nächsten kommt. Natürlich kann hierbei ein einziger Versuch noch kein unangreifbares Urteil begründen, es liegt jedoch die Wahrscheinlichkeit nahe, daß schon nach einer mäßigen Anzahl von Versuchen die Wagschale sich konstant zu Gunsten irgend einer der Methoden neigen wird und kann die Versuchsreihe, sobald dieser Fall eintritt, als geschlossen und die schwebende Frage als erledigt betrachtet werden.

Will man auch durchschnittliche Formzahlen und Massentafeln gleichzeitig der Prüfung unterwerfen, so darf der gewählte Probebestand nicht allzu klein sein, weil sich sonst die in den Formzahlen und Massentafeln liegenden Durchschnitte zum Nachteile der Methode nicht deutlich genug ausdrücken können.

Bekanntlich bedürfen auch unsere Ertragstafeln für Haubarkeits- und Durchforstungserträge noch des weiteren Ausbaues. Die forstlichen Versuchsstationen haben sich auch dieses Gegenstandes bereits bemächtigt und schon beachtenswerte Resultate erzielt. Vieles bleibt aber noch zu thun. Zur Erreichung des Zweckes erscheint es notwendig, nicht allein während der ganzen Versuchszeit an ein und derselben Aufnahmsmethode festzuhalten, sondern auch ein Verfahren in Anwendung zu bringen, welches sich durch sicherste Grundlage auszeichnet. Nach unserer Ansicht kann es

sich hierbei nur um Methoden handeln, welche reichlich Probestämme zur Fällung bringen (Draudt, Urich). Erst bei späteren wiederholten Aufnahmen der Versuchsflächen und wenn passende Probestämme nicht mehr gut ausgewählt werden können, kann es sich um die Anwendung von inzwischen gesammelten lokalen Formzahlen handeln. Ständige Versuchsflächen sind an Orte zu verlegen, welche vor Frevel, Feuersgefahr, Insektenfraß und Sturm möglichst geschützt sind. Will man nun untersuchen, welchen Verlauf die jährliche und periodische Massenmehrung auf einer solchen Versuchsfläche nimmt, so müßte man vor Beginn des Versuches dieselbe erst ordnungsmäßig durchforsten, weil in den Ertragstafeln die Vornutzungen und Haubarkeitsnutzungen getrennt behandelt werden. Von etwa 5 zu 5 Jahren könnte man dann die Massenaufnahme in ganz derselben Weise wiederholen und es würden sich so, wenn auch erst nach einer längeren Reihe von Jahren, die Zuwachsverhältnisse mit möglichster Genauigkeit ergeben.

Über die Methoden der Aufstellung der Ertragstafeln haben wir uns bereits § 36 ausführlich ausgesprochen. Weiteres kann in dem Werke von A. Ganghofer „Das forstliche Versuchswesen“ nachgelesen werden.

Zweiter Teil.

Von der Ermittlung des Alters der Bäume und Bestände.

Vorbemerkungen.

§ 54.

Wenn auch die Kenntnis des Kubikinhaltes eines Baumes, noch mehr aber eines Bestandes, unter vielen Verhältnissen an und für sich schon sehr wertvoll ist, so erhält dieselbe für viele Fragen der Forstwirtschaft doch erst dann volle Geltung, wenn man neben der Holzmasse auch noch die Anzahl Jahre kennt, welche zur Erzeugung derselben nötig waren. So kann man sich z. B. zwei nach Fläche und Holzmasse ganz gleiche Bestände denken, welche aber hinsichtlich ihres Alters doch sehr von einander abweichen. Nun besitzt aber offenbar derjenige Bestand, welcher in einer kürzeren Zeit und auf gleicher Fläche dieselbe Holzmasse erzeugt hat, einen besseren Standort, als ein anderer, welcher hierzu eine längere Reihe von Jahren bedurfte. Von beiden Beständen wird daher bei normaler Bestockung derjenige einem besseren Standorte angehören, welcher den größten Quotienten liefert, wenn man dessen Masse mit dem Alter dividiert, d. h. welcher den größten Durchschnittszuwachs hat.

Der Durchschnittszuwachs spielt daher bei der Ermittlung der Standortsgüten oder bei der Bonitierung, welche bei keiner besseren Waldertragsregelung entbehrt werden kann, die wichtigste Rolle. Nicht minder wichtig ist der Durchschnittszuwachs für die Wahl der Holz- und Betriebsarten und Umtriebszeiten, für die Berechnung der normalen und wirklichen Holzvorräte einer Betriebsklasse, die Berechnung des periodischen Zuwachses u. s. w. (siehe den dritten Teil). Wurde daher auch die gegenwärtige Holzmasse eines Baumes oder Bestandes mit aller Sorgfalt berechnet, aber das zugehörige Alter fehlerhaft ermittelt, so erhält man einen falschen Durchschnittszuwachs und müssen somit auch alle auf denselben

sich gründenden Rechnungen mangelhafte Resultate liefern. Die Wichtigkeit einer richtigen Altersbestimmung leuchtet daher schon aus diesen Gründen ein.

Hierzu kommt aber noch weiter, daß in den meisten Fällen das Alter der Bäume auch über die Zeit des Abtriebs der Bestände entscheidet, weil, abgesehen von einzelnen Ausnahmen, ältere Bestände früher verjüngungsbedürftig als jüngere sind. Es hängt daher auch die richtige Aufstellung der Altersklassentabelle, wie sie die Ertragsregelungsmethoden verlangen, von der richtigen Altersbestimmung ab. Auch den Massenfachwerkern, welche die künftigen Erträge der noch nicht haubaren Bestände an das Ende der Umtriebszeit berechnen, müssen die Methoden der Altersbestimmung bekannt sein.

Da es sich um die Ermittlung des Alters einzelner Bäume und ganzer Bestände handeln kann, so wollen wir die fragliche Materie in zwei Abschnitten abhandeln.

Erster Abschnitt.

Die Altersbestimmung einzelner Bäume.

I. Die Schätzung des Alters nach dem Augenmaße.

1. Die Beurteilung des Alters nach der Höhe und dem Durchmesser des Baumes.

§ 55.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei bemerkt, daß es sich hier nur um eine oberflächliche Veranschlagung, nicht um eine genaue Bestimmung der Baumalter handeln kann. Solche Schätzungen kommen aber im praktischen Leben öfters vor, schon um einen Überblick über das beiläufige Alter der in einem Wirtschaftsganzen vorhandenen Bestände zu erlangen. Einige Bemerknngen über den Gegenstand dürften daher am Platze sein.

Bekanntlich legt jeder lebende Baum unter der Rinde jährlich einen neuen Holzring an, sein Durchmesser nimmt daher jährlich um die doppelte Breite dieses Ringes zu. Wäre nun diese Stärkezunahme eines Baumes jährlich dieselbe, dann ließe sich das Alter desselben leicht und genau bestimmen. Man hätte nämlich nur nötig, die doppelte Jahrringbreite einmal an einem gefällten Baume zu messen, und mit dieser in den Durchmesser desselben zu dividieren, um das Alter zu finden. Eine solche Gesetzmäßigkeit des Stärkezuwachses findet aber nicht statt, dieser wechselt vielmehr nach Holzart, Standort, Alter, Schluß, Witterung, Waldbehandlung u. s. w. Man ist daher nur zu der jedoch nicht immer ganz richtigen Annahme berechtigt, daß dem stärkeren Baum, unter Voraussetzung gleichen Standortes und gleicher Bestandesbehandlung, im allgemeinen ein höheres Alter als dem schwächeren entspricht.

Ebenso setzt der Baum in der Richtung der Schaftachse jährlich einen Längentrieb an. Wäre dieser jährlich gleich groß, so hätte man hierin ein zweites Mittel, das Alter eines Baumes mit aller nur erwünschten Genauigkeit zu bestimmen. Man hätte nämlich auch hier nur

nötig, mit dem Längentrieb eines Baumes in die Gesamtlänge desselben dividieren, um in dem Quotienten das Alter zu erhalten. Aber auch hinsichtlich des Längenzuwachses besteht keine solche Gesetzmäßigkeit und man ist daher auch hier nur zu der Annahme berechtigt, daß im Allgemeinen und insbesondere unter gleichen Standorts- und Bestandsverhältnissen der höhere Baum ein höheres Alter, als der niedere besitzt.

Aber selbst dieser gesetzliche Zusammenhang ist nicht ohne Ausnahmen. So wächst z. B. ein in mittleren Schlußverhältnissen und auf gutem Standorte erwachsener Baum rasch und schlank auf, während derselbe auf einem minder günstigen Standort erwachsen, in derselben Zeit eine geringere Höhe erreicht. Umgekehrt kann ein auf schlechterem Standorte, aber unter mittlerem Schlusse erwachsener Baum in derselben Zeit höher werden, als ein auf gutem Standorte aber sehr gedrängt erwachsener u. s. w.

Um daher bei der Begutachtung der Baumalter nach dem Augenmaß etwas sicherer zu gehen, zieht man besser die Baumhöhe und Baumstärke gleichzeitig in Betracht, denn von zwei gleich hohen und unter denselben Schlußverhältnissen erwachsenen Bäumen wird meist der stärkere auch der ältere sein.

Zur annähernd richtigen Einschätzung der Baumalter kann übrigens nur eine längere Erfahrung und Vergleichung mit solchen Beständen führen, deren Alter man bereits kennt. Am schwierigsten ist die Aufgabe jedenfalls an solchen Bäumen, welche das Haubarkeitsalter schon längere Zeit überschritten haben, weil hier der Stärkezuwachs verhältnismäßig sehr gering ist, der Höhenwuchs öfter schon ganz aufgehört hat, bei abgestorbenem Gipfel sogar wieder im Rückschritt begriffen ist. Dagegen wird man das Alter von jüngeren und 80—100jährigen Bäumen bei gehöriger Einübung in der Regel doch auf 10—20 Jahre genau anzusprechen vermögen, was zur vorläufigen Einreihung in die meist 20jährigen Altersklassen des Hochwaldbetriebes genügt. Bestände, welche die normale Umtriebszeit bereits überschritten haben, fallen ohnehin in die älteste Altersklasse, eine größere Differenz in der Altersbestimmung ist daher für den vorliegenden Zweck ziemlich bedeutungslos.

2. Die Ermittlung des Alters nach der Zahl der Schaftquirle.

§ 56.

Manche Nadelhölzer, insbesondere die verschiedenen Kiefernarten, Fichten und Tannen schon weniger und Lärchen eigentlich gar nicht, setzen

jährlich einen deutlich von dem vorjährigen Triebe unterscheidbaren Quirl am Ende des Schaftes an. Man kann daher das Alter dieser Holzarten im liegenden und stehenden Zustande dadurch bestimmen, daß man die Anzahl der Jahresquirle genau zählt und zu der erhaltenen Summe noch so viele Jahre hinzuaddiert, als mutmaßlich der Baum bis zu der Stelle gebraucht hat, wo man die Zählung der Quirle begann.

Die Anzahl Jahre, um welche die Quirlzahl noch vermehrt werden muß, ist zwar nicht absolut sicher bestimmbar, weil dieselbe von der Holzart, dem mehr oder weniger kräftigen Standort, lichterem oder dichterem Schluß u. s. w. abhängig ist, jedoch dürften im Allgemeinen bei schnellwüchsigen Holzarten 1—3, bei langsam wüchsigen Holzarten 3—4 Jahre namentlich dann genügen, wenn man mit der Zählung der Quirle möglichst tief beginnt und nötigenfalls die den Stamm umgebende Moos- oder Nadelschichte zuvor noch entfernt.

Unter allen Nadelhölzern eignet sich die Kiefer in doppelter Beziehung am besten zu dieser Art von Altersbestimmung. Einmal treibt sie die regelmäßigsten Quirle und dann lassen sich dieselben infolge der lichteren Beastung der Kiefer und ihrer weniger gedrängten Stellung, noch bis zu beträchtlichen Höhen hinauf genau unterscheiden. Indessen lassen sich selbst bei der Kiefer die Schaftquirle nicht wohl höher als bis in das 40. Jahr hin mit Sicherheit abzählen. Sollte man die Quirle nicht gut bis in den Gipfel verfolgen können, so zähle man dieselben nur bis zu einem grünen, deutlich sichtbaren Aste, und addiere dann zu der gefundenen Zahl noch die Quirlzahl des Astes.

Schon unsicherer ist die Altersbestimmung nach der Quirlzahl bei der Fichte und Tanne, namentlich wenn sie längere Zeit unter dem Drucke der Mutterbäume erwachsen sind, weil diese Holzarten in der Jugend sehr langsam wachsen und öfters auch neben den Hauptjahresquirlen noch sogenannte Scheinquirle, allerdings mit unregelmäßiger Stellung und weniger Ästen, bilden.

Bei der quirllosen Lärche, bei älteren Kiefern, Fichten und Tannen, sowie bei sämtlichen Laubhölzern, läßt sich das Alter nach dieser Methode nicht genau ermitteln.

II. Die Bestimmung des Alters nach aktenmäßigen Überlieferungen.

§ 57.

Überall, wo schon längere Zeit ein geordneter Forstbetrieb stattfindet, geben die jährlichen Wirtschaftspläne Auskunft über die Zeit der aus-

geführten Kulturen, über Fällungen, Samenjahre, Lichtungen und gänzlichen Abtrieb der Samenbäume. Auch enthalten in solchen Revieren die Betriebsnachweisungen (Nachtragsarbeiten), die Altersklassentabellen u. s. w. namentlich dann wertvolle Aufzeichnungen in fraglicher Richtung, wenn man die Überzeugung haben kann, daß sie mit Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit gemacht wurden. Ist ein Bestand nicht durch Saat, sondern durch Pflanzung entstanden, dann sehe man darauf, daß zu der Zahl der Jahre, welche von der Pflanzzeit bis in die Gegenwart verflossen ist, noch das damalige Alter der Pflanzen hinzuaddiert wird.

Nicht selten fällt auch das Alter eines Baumes oder Bestandes mit einem besonderen Ereignisse zusammen, welches man dem Gedächtnisse oder einem Taschenbuche anvertraut hat. Ebenso können langgediente, lokalkundige Forstbeamte oder Waldarbeiter, welche sich an die Begründung eines Baumes oder Bestandes erinnern, öfter Auskunft über das Alter derselben geben. Immerhin sind solche Mitteilungen mit Vorsicht aufzunehmen.

III. Die Bestimmung des Alters mittelst Zählen der Jahrringe.

§ 58.

Das sicherste Mittel zur Altersbestimmung eines Baumes bleibt aber immer das Zählen der einzelnen Jahrringe unmittelbar über dem Wurzelstock. Es ist diese Methode bei Anwendung der erforderlichen Vorsichtsmaßregeln ganz untrüglich, weil durch vielfältige Untersuchungen nachgewiesen wurde, daß die lebende Holzpflanze jährlich einen neuen Holzring unter der Rinde auflegt, dessen äußerer Teil (Herbstholz) sich durch ein etwas dunkler gefärbtes, dichteres und engeres Zellengewebe vor dem weitzelligen Frühjahrsholze auszeichnet und so lange deutlich erkennbar bleibt, als die Holzpflanze an der betreffenden Stelle vollständig gesund ist.

Theodor Hartig, der sich als Pflanzenphysiologe viel mit dem Wachstume der Bäume beschäftigt hat, stellt die Möglichkeit der Bildung von zwei Jahrringen in einem Jahre oder das Ausbleiben eines Jahrringes (etwa in einem besonders trockenen Jahr) entschieden in Abrede, indem er Seite 36 seiner Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche bemerkt, daß, da die Bildung des Längentriebes mit der des Holzringes in innigster Beziehung stehe, der Jahrestrieb nichts anderes als der über

die Spitze der vorhergehenden Jahrestriebe erweiterte Holzring sei, das Ausbleiben eines Jahrringes auch das Ausbleiben der Längentriebe, mithin auch der Belaubung im Gefolge haben würde. Hiernach ist also bei normal entwickelten lebenden Bäumen das Ausbleiben des Jahresringes unmöglich, wenn sich derselbe auch in einzelnen dem Wachstume ungünstigen Jahren nur sehr schwach entwickelt.

So führt z. B. ein Entblättern der Bäume auch eine Unterbrechung in der Bildung der Holzringe nach sich. Kopf- und Schneidelbäume, welche man im Winter ihrer Äste beraubt, entwickeln im darauffolgenden Jahre kaum mit der Loupe sichtbare Jahrringe. Ähnliches zeigen durch Maikäfer kahl gefressene Bäume mit geringer Blätterproduktionskraft. Auch haben Th. Hartig und R. Hartig an sehr unterdrückten Stämmen das Fehlen von Jahrringen in den unteren Stammteilen nachgewiesen; solche Erscheinungen gehören jedoch zu den Ausnahmen und sind für die Frage der Altersbestimmung zu taxatorischen Zwecken schon deshalb bedeutungslos, weil man zu solchen Untersuchungen keine unterdrückten, sondern wuchskräftige Mittelstämme wählen wird.

Von ähnlich untergeordneter Bedeutung für die Altersbestimmung scheint auch die Frage der sogenannten Schein- oder Doppelringe, d. h. die Frage zu sein, ob sich unter gewissen Verhältnissen zwei Holzringe in einem Jahre entwickeln können. Th. Hartig läugnet die Bildung von Doppelringen, indem selbst bei der Entwicklung eines zweiten Längentriebes (Johannistrieb) sich nie eine zweite Breitfaserschichte in demselben Jahre bilde, bei sorgfältiger Behandlung des Baumquerschnittes daher auch nicht wohl ein Zweifel entstehen könne, was man als einen wirklichen Jahrring und was nicht als einen solchen betrachten könne. Allerdings hat man beobachtet, daß z. B. in abnorm trockenen Jahren und nach starken Frühlingsfrösten unter Umständen die Vegetation in der Art unterbrochen werden kann, daß bei einigen Holzarten Scheinringe entstehen, dieselben sind jedoch von den echten Jahrringen daran zu unterscheiden, daß sie nicht ringsum geschlossene Kreise bilden, oder nicht in allen Baumhöhen zu finden sind und daß sie nicht schroff, wie die echten, sondern allmählich in die angrenzende Holzschichte verlaufen.

Am sichersten erfolgt das Zählen der Jahrringe, wenn man den Baum unmittelbar über dem Stocke in der Art möglichst senkrecht zur Schaftachse durchsägt, daß der Schnitt wo möglich das jüngste einjährige Pflänzchen noch trifft. Infolge des Sägeschnittes wird das Holzgewebe namentlich bei weicheren und grobfaserigen Hölzern häufig so aufgerissen,

daß sich die einzelnen Jahrringe nicht mehr mit genügender Schärfe unterscheiden lassen. Dieser Mißstand wird nun dadurch beseitigt, daß man die Stelle der Querfläche, wo die Jahrringe gezählt werden sollen, glatt abhobelt, oder mit einem scharfen Stemmeisen, auch Baumrisser, sorgfältig glättet. Scheiden sich die einzelnen Jahresringe auch dann noch nicht deutlich ab, so kann man mittelst Einreiben von färbenden Substanzen noch nachhelfen. Als Färbemittel empfiehlt sich recht stark verdünnte das Holzgewebe gelb färbende Pikrinsäure, oder mit Anilin rot gefärbter Weingeist, was Preßler namentlich für Rotbuche empfiehlt. Auch eine wässigere Lösung von braunem Anilin soll sich bewährt haben.

Sind die Jahrringe sehr schmal, so daß sie sich mit dem bloßen Auge nur schwierig unterscheiden lassen, so leistet auch eine nicht allzu scharfe Loupe wesentliche Dienste. Bei dem Zählen der Jahrringe, welches am besten von der Markröhre aus nach der Rinde hin geschieht, verfolge man nicht einen und denselben Radius, sondern suche auf der Schnittfläche immer diejenigen Stellen aus, wo die Ringe am breitesten und am deutlichsten unterscheidbar sind; bezeichne ferner je 10 zu 10 Ringe mit einem kurzen Bleifederstriche, um bei etwa vorkommenden Irrungen das mühsame und zeitraubende Nachzählen zu ersparen.

Sollte bei dem Abschnitte des Wurzelstockes das jüngste Pflänzchen nicht getroffen worden sein, dann muß man zu der gezählten Jahrringszahl gutächtlich noch so viele Jahre hinzu addieren, als der Baum wahrscheinlich nötig gehabt hat, um die Stockhöhe zu erlangen. Wie viel Jahre dieser Zusatz betragen soll, hängt von der Holzart, dem Standorte, der Waldbehandlungsart u. s. w. ab. Bei in der ersten Jugend schnell wüchsigen Holzarten ist dieser Zusatz natürlich geringer, als bei langsam wüchsigen Holzarten. Je nach der Stockhöhe und nach der Breite der Holzringe in der Nähe der Marksäule kann man 2—5 Jahre in Aufrechnung bringen. Wir kommen übrigens auf diesen Gegenstand, von anderen Gesichtspunkten aus betrachtet, im folgenden Abschnitt nochmals zurück.

Karl hat in seiner Abhandlung über die Ermittlung des richtigen Holzbestandsalters u. s. w. Seite 15 und 16 ein Verfahren besprochen, was geeignet sein soll, das Alter eines Baumes bis in den Kern des einjährigen Pflänzchens hinein verfolgen und darum ohne allen Zusatz ganz richtig bestimmen zu können. Dasselbe besteht darin:

„Man läßt den Stock des umgegrabenen Stammes in gewöhnlicher oder, der leichteren Behandlung wegen, in geringerer Höhe absägen, und nachdem derselbe auf die Abhiebsfläche gestellt ist, von oben herunter so spalten, daß, wo

thunlich, die Markröhre oder die junge Pflanze in die Spaltfläche des einen oder des anderen der gespaltenen Stücke zu liegen kommt."

„Wird diese Absicht durch das erste Spalten nicht erreicht, so wird eine weitere Trennung vorgenommen; übrigens ist ein genaues Zusammentreffen der Markröhre oder des sich in der Regel durch seine härtere Beschaffenheit auszeichnenden jungen Stämmchens nicht unumgänglich notwendig, und es genügt schon eine diesfallsige Annäherung."

„Ist diese Vorarbeit beendigt, so wird mit einem beliebigen schneidenden Instrumente, am besten aber mit einem guten, zwischen seiner Schneide und dem Griff gebogenen Hohleisen, von der Abschnittsfläche des Stockes gegen den Wurzelknoten hin, so viel Holz weggehauen, oder mit jenem Hohleisen weggestoßen, daß die dadurch schief durchschnittenen Jahrringe leicht gezählt werden können."

Darf der Baum, dessen Alter bestimmt werden soll, nicht gefällt werden, so kann bei nicht zu starken Stämmen unter Umständen auch der Preßler'sche Zuwachsbohrer, § 64 B. b., gute Dienste leisten. Derselbe gestattet ein Ausbohren von 7—15 cm langen cylindrischen Spänen. Ist daher der Durchmesser an der Bohrstelle nicht stärker als 20—30 cm, so kann man einen bis zur Markſäule reichenden Holzcylinder ausbohren und an demselben die Jahrringe abzählen. Zu der gefundenen Zahl sind dann noch so viele Jahre zu addieren, als der Baum mutmaßlich bis zur Erreichung der Bohrhöhe gebraucht hat. Übrigens liegt die Markröhre oft excentrisch und ist es dann nicht leicht, einen dieselbe erreichenden Holzcylinder auszubohren.

Zweiter Abschnitt.

Die Bestimmung des Alters ganzer Bestände.

I. Die Bestimmung des Alters gleich alter Bestände.

§ 59.

A. In Niederwaldungen, in welchen bei niedrigem Umtriebe in der Regel jährlich ein Schlag kahl abgetrieben wird, dürfte sich meist ein genügendes Material zur Bestimmung des Alters der einzelnen Jahresschläge in den Akten vorfinden. Sollte jedoch das fragliche Material unzureichend sein, so kann die Altersbestimmung sehr leicht nach § 58 geschehen, weil in Niederwaldungen der erstjährige Trieb schon eine beträchtliche Länge (bis zu 1 m) erreicht und bei dem Zählen der Jahrringe daher kaum ein Fehler unterlaufen kann, wenn man eine oder mehrere der stärksten Loden dicht über dem Stocke abnimmt. Ein Hinzuaddieren von einem oder mehreren Jahren zu dem gefundenen Alter ist daher auch unnötig.

B. Gleichalterige Hochwälder finden sich in der Regel nur bei künstlich angelegten Pflanz- oder Saatbeständen, oder bei solchen natürlichen Verjüngungen, welche nachweislich aus einem reichlichen Samenjahre entstanden sind.

Darf man nun gleichalterige Stämme im Bestande voraussetzen, alsdann genügt zur Ermittlung des unbekannten Alters die Fällung eines einzigen, am besten der stärkeren, aber nicht der stärksten Klasse angehörigen Stammes, dessen Jahrringe man nach § 58 zählt. Finden sich frische Stöcke, alsdann kann das Fällen eines Stammes erspart werden.

Verdankt der Bestand jedoch seine Entstehung verschiedenen in längeren Zwischenräumen erfolgten Samenjahren, so muß sein Alter, wenn es sich um ein genaueres Resultat handelt, nach § 61 ermittelt werden.

Was die Hinzufügung einer der Stockhöhe entsprechenden Anzahl Jahre zu den gezählten Jahresringen betrifft, so genügt im Allgemeinen

das in § 58 gesagte, immerhin dürften hierüber nachfolgende Bemerkungen am Platze sein:

Man denke sich zwei Bestände, x und y, beide etwa haubar und auf ganz gleichen Standorten. Der Bestand x habe sich in einem Jahre durch reichlichen natürlichen Samenabfall sehr dicht bestockt; teils der gedrängte Stand, teils die Beschattung durch die Samenbäume haben aber auf den jungen Anwuchs in der Art gewirkt, daß derselbe erst in 14 Jahren eine Höhe von nur 0,3 m erlangen konnte, von da aber normal sich weiter entwickelte, Der Bestand y sei aber erst 10 Jahre später durch eine 4jährige Pflanzung entstanden, welche ebenfalls eine durchschnittliche Höhe von 0,3 m haben möge.

Es entsteht nun die Frage, ob die gegenwärtig gleich hohen Bestände gleichen Standorts, eine künftige gleiche Behandlung vorausgesetzt, sich auch bis zur Zeit ihrer Haubarkeit ganz gleichmäßig fort entwickeln werden, so daß sie nach Verlauf von vielleicht weiteren 80 Jahren eine ganz gleiche Haubarkeitsmasse abwerfen, oder ob ein Bestand künftig den Vorsprung vor dem andern gewinnen wird.

Diese Frage kann nur durch vergleichende Versuche befriedigend gelöst werden. Vom physiologischen Standpunkte aus betrachtet, dürfte es vielleicht wahrscheinlicher sein, daß die kräftig erzogenen 4jährigen Pflanzen des Bestandes y auch künftig den lange unter Druck gestandenen 14jährigen Pflanzen des Bestandes x hinsichtlich ihres Wuchses etwas vorauseilen werden, keineswegs aber glauben wir annehmen zu dürfen, daß der Bestand innerhalb der Umtriebszeit seinen 10jährigen Zuwachsverlust gegenüber dem Bestande y ganz einzuholen vermag. Ist dem aber so, alsdann dürfte die in § 58 beschriebene Methode der Altlersbestimmung für Waldertragsregelungszwecke verwerflich sein.

Denn nehmen wir an, der Bestand x sei vom 14. Jahre an mit dem 4jährigen Bestand y durch 80 Jahre hin gleichmäßig fortgewachsen, beide hätten daher pro Hektar den gleichen Haubarkeitsertrag von 3600 Festmeter geliefert, so müßten beide Bestände auch den gleichen Durchschnittszuwachs haben, denn Standort, Schluß und künftige Waldbehandlung wurden in beiden Beständen gleich vorausgesetzt. Nun findet man aber bei genauer Befolgung des § 58 für den Bestand x ein Alter von 94, für den Bestand y ein solches von 84 Jahren, daher für x einen jährlichen Durchschnittszuwachs von $\frac{3600}{94} = 38{,}3$ und für y $= \frac{3600}{84} =$ $= 42{,}8$ Festmeter, mithin bei gleicher Standortsgüte und künftig gleicher

Behandlung sehr beträchtliche Differenzen, welche sich bei der Wahl eines niedrigen Umtriebes und wenn x noch länger im Drucke gestanden hätte, noch vergrößert haben würden.

Ist es daher richtig, daß ein anfänglich längere Zeit im Drucke gestandener Bestand einen rasch verjüngten, etwas jüngeren gleichen Standorts und bei künftig gleicher Behandlung nicht mehr einzuholen vermag und kann es ferner nicht in Abrede gestellt werden, daß das Alter für die Zwecke der Waldertragsregelung allein wenig maßgebend ist, sondern nur im Zusammenhalt mit der Masse seine Bestimmung ganz erfüllt, und wenn es endlich nicht geleugnet wird, daß man einem älteren Bestande nie seine früheste Jugendgeschichte ansehen kann, so erscheint eine so sorgfältige Bestimmung des Alters nach § 58 nicht einmal zulässig. Es wäre vielmehr vorzuziehen, den Baum vor der Altersbestimmung stets etwa bei 0,3 m über der Erde abzuschneiden, dessen Jahrringe hier mit aller Sorgfalt zu zählen und der gefundenen Zahl ein für alle Mal eine der normalen Entwicklung gleich kommende, der Bonität und Holzart entsprechende gleiche Anzahl Jahre zuzuschlagen. Wüßte man z. B. aus Erfahrung, daß eine normal gewachsene Kiefer auf gutem Standorte nach 3 Jahren eine durchschnittliche Höhe von 0,3 m besitzt, so wäre der bei 0,3 m Stockhöhe gefundenen Jahrringzahl noch 3 Jahre zuzuschlagen.

Es entscheidet mit andern Worten für taxatorische Zwecke nicht immer das wirklich gefundene physische Alter, sondern das wirtschaftliche Alter oder die Wachstumszeit, d. h. dasjenige Alter, welches eine anfänglich freistehende Pflanze nötig gehabt hätte, um dieselbe Höhe und Stärke zu erreichen, wie die im Drucke erwachsene bis zu ihrer Freistellung.

C. Das Alter des Unterholzes in Mittelwaldungen oder der Ausschläge der Kopf- und Scheitelholzwirtschaften wird nach A ermittelt. Soll für den aus verschiedenen Altersklassen zusammengesetzten Oberstand ein mittleres Alter bestimmt werden, so kann dieses nur nach § 61 geschehen.

D. Die Ermittlung des mittleren Alters eines Bestandes der Femelwaldwirtschaft geschieht nach § 61.

Die Altersbestimmung überhaupt wird am besten mit der Fällung der Probestämme, wenn eine solche zum Zweck der Massenaufnahme als wünschenswert erscheint, verbunden.

II. Die Bestimmung des mittleren Alters ungleich alter Bestände.

1. Wichtigkeit und Begriff des mittleren Bestandesalters.

§ 60.

A. Wichtigkeit des mittleren Bestandesalters.

Auf die Wichtigkeit der Alterbestimmung wurde im Allgemeinen schon im § 54 hingewiesen. Daß die Ermittlung des Alters gleich alter Bestände keinen besonderen Schwierigkeiten unterliegt, hat sich aus § 59 ergeben. Schwieriger ist die Lösung dieser Aufgabe bei Beständen, welche verschiedenalteriges Material enthalten. Es lassen sich hier zwei Fälle unterscheiden: entweder treten die ungleichalterigen Bäume im Bestande in fortwährend wechselnder Mischung auf, oder die verschiedenen Altersklassen scheiden sich in ein und demselben Bestande deutlich nach Flächen getrennt aus. Der erste Fall kommt bei nach und nach natürlich verjüngten Beständen des Femel- und Femelschlagbetriebes und des Oberholzes in Mittelwaldungen vor; der zweite Fall ergiebt sich z. B. bei der Bildung von gleichen Standorten angehörigen Waldabteilungen, welche sich jetzt noch aus mehreren ungleichalterigen Unterabteilungen zusammensetzen, welche aber künftig in eine Abteilung verschmolzen werden sollen. Um diese Verschmelzung der Unterabteilungen zu ermöglichen, müssen dieselben notwendig einmal gleichzeitig zum Abtrieb gelangen.

Die Frage der richtigen Bestimmung des mittleren Bestandesalters ist namentlich für die verschiedenen Ertragsregelungsmethoden von Bedeutung.

So teilt der Massenfachwerker z. B. den 100jährigen Einrichtungszeitraum in 5 gleich große 20jährige Perioden, setzt hierauf jeden Bestand seinem Alter nach in die betreffende Altersklasse und berechnet die künftigen Haubarkeitserträge an das Ende dieser Einrichtungszeit.

Wären nun alle Bäume eines Bestandes z. B. 36jährig, so wäre kein Zweifel, daß derselbe in die IV. Periode oder in die Altersklasse 21—40jährig zu setzen wäre; man wüßte ferner, daß man dem Bestand bis zu seinem Hiebe zu seiner gegenwärtigen Masse noch einen 64jähr. Zuwachs zuzuzählen hätte. Nicht so kurzer Hand läßt sich aber die Frage entscheiden, wenn z. B. in einem gleichzeitig abzutreibenden Bestande 15-, 30- und 50jährige Stämme untermischt oder flächenweise getrennt vorkämen. Niemand ist im Stande ohne weitere Erhebungen richtig anzugeben, in welche Periode ein solcher Bestand zu setzen und wie viele Jahre er noch bis zu seinem Abtriebsalter stehen muß.

Eine ähnliche Bedeutung hat das mittlere Bestandesalter für das kombinierte Fachwerk, sowie für diejenigen Methoden, welche von dem Durchschnittszuwachse Z, der sich aus der Division des mittleren Alters A desselben in dessen Haubarkeitsmasse M ergiebt, ausgedehnten Gebrauch machen. Wird nämlich A unrichtig bestimmt, so fällt natürlich auch Z falsch aus.

Das Feld der Altersbestimmung lag lange Zeit ganz brach, bis es endlich von dem königl. preußischen Oberforstmeister Smalian*), dem großhzl. hess. Professor K. Heyer**) und dem königl. bayerischen Revierförster Gümbel***) fast gleichzeitig etwas sorgfältiger bearbeitet wurde. Einige Jahre später hat Karl†) den Gegenstand an einer Menge von Beispielen weiter erläutert und Gustav Heyer††) denselben durch eine allgemeine Beweisführung in ein wissenschaftlicheres Gewand gebracht.

B. Begriff des mittleren Bestandesalters.

Wenn über das mittlere Alter der Bestände erst in neuerer Zeit genauere Untersuchungen angestellt, überhaupt hinsichtlich der Bestimmung desselben nicht immer die richtigen Wege eingeschlagen wurden, so hängt das mit den verschiedenen Vorstellungen zusammen, welche man bis in die neueste Zeit von dem mittleren Bestandsalter hatte. Es wurde bereits bemerkt, daß für die Zwecke der Waldertragsregelung, für welche ja die meisten Altersbestimmungen vorgenommen werden, die Kenntnis der in einem Bestande vorkommenden Baumalter allein nicht genüge, sondern daß diese erst in Verbindung mit den zugehörigen Holzmassen volle Bedeutung erlange. Man darf mit anderen Worten das mittlere Alter eines Bestandes nicht kurzer Hand als arithmetisches Mittel der einzelnen Altersklassen betrachten, sondern muß die zugehörigen Holzmassen mit in Rechnung nehmen. Bestände z. B. ein Bestand zu $\frac{9}{10}$ seiner gegenwärtigen Masse aus 80jährigen Bäumen und nur $\frac{1}{10}$ derselben wäre 20jährig, so ist der Bestand als Ganzes betrachtet weder 80- noch 20jährig. Wollte

*) Smalian's „Anleitung zur Untersuchung des Waldzustandes u. s. w.," Berlin 1840, und „Beiträge zur Forstwissenschaft," Stralsund 1842.

**) K. Heyer's „Waldertragsregelung," Gießen 1841 und „Anleitung zu forststatischen Untersuchungen," Gießen 1846.

***) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1841, Seite 85.

†) Karl's Ermittlung des mittleren Bestandesalters, Frankfurt a/M. 1847.

††) Dr. G. Heyer, über die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände, Dessau 1852.

man aber kurzer Hand, wie das mitunter geschieht, aus beiden Altern das arithmetische Mittel $\frac{80 + 20}{2} = 50$ als das mittlere Alter annehmen, so wäre dieses gewiß fehlerhaft, weil alsdann die zwei Altersklassen, obgleich sie sehr verschiedene Holzmassen enthalten, doch ganz gleichen Anteil an der Altersbestimmung nehmen würden, obgleich vielleicht schon nach 10 Jahren das jetzt 20jährige Holz ganz den Zwischennutzungen anheimgefallen sein kann.

Nicht viel richtiger würde man verfahren, wollte man das mittlere Bestandesalter in der Art bestimmen, daß man das Alter jeder Klasse mit der zu ihr gehörigen Stammzahl multiplizierte, die einzelnen Produkte addierte und mit der ganzen Stammzahl dividierte. Es wäre dieser Weg nur dann richtig, wenn alle Stämme ohne Unterschied der Altersklassen einen ganz gleichen Inhalt besäßen, was aber in Wirklichkeit niemals der Fall ist. Angenommen, eine Abteilung bestehe aus zwei Unterabteilungen, die eine sei 80jährig, zähle 600 Stämme und habe eine Masse von 800 Festmeter; die andere sei 30jährig, zähle 1000 Stämme und habe eine Masse von 100 Festmeter; so wäre nach diesem Verfahren das mittlere Bestandesalter

$$\frac{600 \times 80 + 1000 \times 30}{1000 + 600} = \frac{48000 + 30000}{1600} = \frac{78000}{1600} = 49 \text{ Jahre},$$

während man nach dem arithmetischen Mittel $(80 + 30) : 2 = 55$ Jahre, nach der praktisch richtigen Formel von K. Heyer, Smalian oder Gümbel (§ 61 B.) aber 68 Jahre finden würde. Bei 100jährigem Umtrieb käme der Bestand daher nach dem fehlerhaften Verfahren in die III., nach dem richtigen in die II. Periode.

Um diese Übelstände zu beseitigen, bezeichnete man später und bis in die Gegenwart, als mittleres Alter eines ungleich alten Bestandes diejenige Zeit, welche ein gleichalteriger Bestand gebraucht haben würde, um die nämliche Holzmasse zu erzeugen, welche gegenwärtig der ungleichalterige Bestand besitzt.*)

Aber auch diese Definition schützt nicht vor Verwicklungen und inneren Widersprüchen. Es hat hierauf schon G. Heyer in seiner oben erwähnten Schrift hingewiesen, indem er Seite 101 sagt, daß die Kenntnis des mittleren Alters der gegenwärtigen Holzmasse wenig Wert habe,

*) Siehe Gümbel in der Forst- und Jagdzeitung von 1841, Seite 86, ferner Karl in seiner bereits erwähnten Schrift von 1847, Seite 24 und G. Heyer, über die Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände 1852, Seite 81.

denn, — so fährt er fort: „wir wollen blos das Alter derjenigen Holzmmasse wissen, welche zur Haubarkeit gelangt, weil ja die Altersbestimmung hauptsächlich zu dem Zwecke stattfindet, um zu erfahren, welche Zeit noch verfließen muß, bis ein Holzbestand eine gewisse Haubarkeitsmasse liefert."

Daß die oben gegebene Definition des mittleren Bestandesalters in der That reformbedürftig ist, das geht auch aus den Arbeiten der forstlichen Versuchsanstalten hervor.*) Es hat sich nämlich herausgestellt, daß wenn man z. B das mittlere Alter von natürlich verjüngten Buchenstangenhölzern aus dem arithmetischen Mittel der Alter der nach dem Draudt'schen Verfahren ausgewählten Modellstämme berechnet, bei späteren Altersbestimmungen dieselben Bestände älter werden, daß also ein Bestand, der vor 10 Jahren z. B. 40 Jahre alt war, jetzt nicht 40+10 = 50 Jahre, sondern vielleicht 55 Jahre zählt, wenn er inzwischen durchforstet wurde. Es erklärt sich das aus der Entstehung des Bestandes aus verschiedenen Samenjahren. Die späteren Besamungen liefern jüngeres und darum schwächeres Material, welches bei den ersten Durchforstungen wieder der Axt verfällt; deshalb müssen jüngere Bestände im Lauf der Zeit älter werden. Da wir aber nur das Alter derjenigen Holzmasse gebrauchen, welche das Haubarkeitsalter erreicht, bei obiger Definition aber auch die Zwischennutzungsbeträge einbezogen werden, so müssen die gewonnenen Resultate zu inneren Widersprüchen führen. Deshalb schlug Wimmenauer folgende Definition vor:**)

„Als mittleres Alter eines ungleichalterigen Bestandes ist diejenige Zeit anzusehen, welche ein gleichalteriger Bestand seither gebraucht haben würde, um weiterhin nach Verlauf eines bestimmten Zeitraums den nämlichen Haubarkeitsertrag zu liefern, wie der ungleichalterige Bestand."

Noch einfacher wäre vielleicht folgende Definition:

Das mittlere Bestandesalter ist die aus dem Alter der Bäume der stärksten Stammklassen, welche mutmaßlich die Haubarkeit erreichen werden, abgeleite Zeit.

*) Vergleiche Dr. Wimmenauer: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1880, Seite 5, und Septemberheft 1890 (das mittlere Bestandesalter); sodann Dr. Th. Nördlinger: „Das relative Älterwerden der Buchenstangenhölzer" und „Das mittlere Bestandesalter." Allgem. Forst- und Jagdzeitung, August 1884 und September 1886.

**) Allgemeine Forst- und Jagdzeitnng, Augustheft 1890.

Nach meinen Buchenertragstafeln II. Bon. sind z. B. im 120. Jahre noch 560 Stämme pro ha vorhanden. Bei der Bestimmung des mittleren Bestandesalters eines jüngeren Bestandes dürften daher nur die 560 stärksten Stämme pro ha herangezogen werden.

Sehen wir nun, wie auf Grund vorstehender Definitionen und jenachdem die Altersklassen gemischt oder flächenweise getrennt in den Beständen auftreten, das mittlere Alter berechnet werden kann.

2. Methoden der Bestimmung des mittleren Bestandesalters.

§ 61.

A. Bestimmung des mittleren Alters nach Ertragstafeln.

Nach der am Schlusse des vorigen Paragraphen gegebenen älteren Definition vom mittleren Bestandesalter ließe sich das letztere bestimmen, wenn man im Besitze einer für gleichalterige Bestände aufgestellten Ertragstafel wäre, von der man die feste Überzeugung hätte, daß sie genau mit den Standortsverhältnissen des fraglichen ungleich alten Bestandes übereinstimmte. Man hätte nämlich nur nötig, die prädominierende Holzmasse des ungleich alterigen Bestandes pro Flächeneinheit (Hektar) in normal bestockten Bestandesteilen aufzunehmen, diese Masse in der zugehörigen Ertragstafel aufzusuchen, so würde die dabei stehende Jahreszahl das mittlere Alter des Bestandes sein, denn das mittlere Alter ist ja diejenige Zeit, welche ein gleichalteriger Bestand gebraucht haben würde, um dieselbe Holzmasse zu erzeugen.

Diesem gewiß einfachen Verfahren, auf welches schon Gümbel hinwies und was später von Karl zur Prüfung der verschiedenen hierher gehörigen Methoden benutzt wurde, standen seither in der Praxis drei wesentliche Hindernisse entgegen. Einmal fehlte es bis jetzt noch vielfach an zuverlässigen Ertragstafeln, welche für die verschiedenen Bonitäten und Holzarten den Massengehalt von Jahr zu Jahr enthielten, sodann war es nach der jetzigen Ausbildung der Standortslehre sehr schwierig, für den ungleich alterigen Bestand, was doch dringend nötig erscheint, immer die richtige Ertragstafel unter den verschiedenen Bonitäten auszuwählen und endlich setzt das Verfahren eine normale Bestockung des konkreten Bestandes voraus. Diese Schwierigkeiten werden jedoch wesentlich vermindert, wenn man die Bonitierung nach der mittleren Bestandeshöhe vornimmt. Man hätte dann in einem normal bestockten Bestandesteile die mittlere Höhe und die Holzmasse zu ermitteln, letztere auf 1 ha zu redu-

zieren und dann in der der gefundenen Höhe entsprechenden Ertragstafel das zugehörige Alter herauszulesen. Da aber diese Methode die Ermittlung der Holzmassen der einzelnen Altersklassen des Bestandes voraussetzt, so hat sie vor der folgenden Methode jedenfalls keinen Vorzug und wurde wohl auch kaum einmal in der forstlichen Praxis angewendet. Diese Mißstände bestimmten einige Fachmänner andere Methoden in Vorschlag zu bringen.

B. Bestimmung des mittleren Alters aus Masse und Durchschnittszuwachs (Massenalter).

Wie bereits erwähnt, ergiebt sich der jährliche Durchschnittszuwachs Z eines Bestandes, wenn man dessen Gesamtmasse M durch sein mittleres Alter A dividiert, d. h. es ist $Z = \frac{M}{A}$. Hieraus folgt aber auch umgekehrt das unbekannte Alter A, im Falle M und Z bekannt sind: $A = \frac{M}{Z}$. Auf diesen Satz gestützt, sucht man das unbekannte mittlere Alter A aus der voraus zu bestimmenden prädominierenden Holzmasse des ungleich alten Bestandes und dem jährlichen Durchschnitttszuwachs aller Altersklassen wie folgt zu bestimmen:

Angenommen eine Abteilung bestehe aus drei deutlich unterscheidbaren Altersklassen (Unterabteilungen), so ermittelt man die Massen m_1, m_2 und m_3 jeder derselben, sowie ihr Alter a_1, a_2 und a_3 besonders, dividiert alsdann die Masse jeder Altersklasse durch das zugehörige Alter, und erhält so den Durchschnittszuwachs jeder Altersklasse und in der Summe derselben, nämlich in $\frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3}$ den jährlichen Durchschnittszuwachs Z sämtlicher Altersklassen. Wird schließlich noch die Masse des ganzen Bestandes $M = m_1 + m_2 + m_3$ durch den gesamten Durchschnittszuwachs dividiert, so ergiebt sich das mittlere Bestandesalter A. Es ist nämlich allgemein:

$$A = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots}{\frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3} + \ldots} \quad \ldots \text{I.}$$

Die Formel für das sogenannte Massenalter wurde zuerst von Smalian veröffentlicht und findet sich in dessen Anleitung zur Untersuchung des Waldzustandes, Berlin 1840, sowie in dessen Beiträgen zur Forstwirtschaft, Stralsund 1842. Die Formel von Gümbel (allgem. Forst- Jagdzeitung 1841, Seite 87 und 88) stimmt mit der Smalian'schen ganz überein.

Beispiel. Eine Abteilung setzt sich aus 3 Unterabteilungen zusammen. Die erste ist 20jährig und hat die Holzmasse 300 fm; die zweite ist 40jährig und besitzt 800 fm und die Dritte ist 80jährig und liefert 6000 fm, so ist das mittlere Bestandesalter:

$$A = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{\frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3}} = \frac{300 + 800 + 6000}{\frac{300}{20} + \frac{800}{40} + \frac{6000}{80}} = \frac{7100}{15 + 20 + 75} = \frac{7100}{110} = 65 \text{ Jahre.}$$

Hätte man aus dem Alter der einzelnen Unterabteilungen das arithmetische Mittel genommen, so würde man $(20 + 40 + 80) : 3 = 47$ Jahre, d. h. ein zu niedriges Alter gefunden haben

Sind die geometrischen Flächen der einzelnen Unterabteilungen f_1, f_2, f_3 ..., und die zugehörigen Durchschnittszuwachse z_1, z_2, z_3 ..., dann kann statt der obigen Formel von Smalian nach G. Heyer auch gesetzt werden:

$$A = \frac{f_1 . a_1 . z_1 + f_2 . a_2 . z_2 + f_3 . a_3 . z_3 + \ldots}{\frac{f_1 . z_1 . a_1}{a_1} + \frac{f_2 . z_2 . a_2}{a_2} + \frac{f_3 . z_3 . a_3}{3} + \ldots} = \frac{f_1 . a_1 . z_1 + f_2 . a_2 . z_2 + \ldots}{f_1 . z_1 + f_2 . z_2 + \ldots}$$

Diese Formel wird um so genauere Resultate liefern, je mehr die Durchschnittszuwachse der einzelnen Altersklasse übereinstimmen, was bekanntlich um die Kulminationszeit zutrifft. Vor- und nachher ergeben nach G. Heyer die beiden Formeln für das Massenalter ein etwas zu hohes Resultat.

Vorstehende Formeln für das mittlere Massenalter werden daher namentlich am Platze sein, wenn die verschiedenen Altersklassen flächenweise getrennt auftreten, d. h. wenn es sich weniger um einen ungleichaltrigen, als um mehrere in sich gleichaltrige Bestände (Unterabteilungen, größere Horste, kleinere zusammenhängende Waldparzellen, deren mittleres Alter gemeinschaftlich bestimmt werden soll) handelt. Bei Verwendung der G. Heyer'schen Formel wird die Einfügung des Haubarkeitsdurchschnittszuwachses, wenn solcher genau ermittelt werden kann, am Platze sein.

Dagegen empfehlen sich die vorstehenden Formeln nicht für die Altersbestimmung ungleichalteriger Bestände mit gemischten Altersklassen, wie solche aus langsamen Naturverjüngungen hervorgehen.

C. Bestimmung des mittleren Alters aus Alter und Grundflächen der einzelnen Altersklassen (Grundflächenalter).

Unterstellt man ungleichalterige Bestände, wie sie aus verschiedenen Samenjahren bei der natürlichen Verjüngung im Femelschlagbetriebe hervorgehen, so kann man im Allgemeinen, wenn auch nicht immer, an-

nehmen, daß die Alter eine Funktion der Stärke (auch der Höhe) sind, d. h. daß die stärksten Bäume in der Regel auch die ältesten sind. Unter dieser Voraussetzung läßt sich eine weitere Formel für das sogenannte Grundflächenalter wie folgt ableiten:

Für die Formel I:

$$A = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}{\frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3} + \dots}$$ kann auch gesetzt werden:

$$A = \frac{g_1 \cdot h_1 \cdot f_1 + g_2 \cdot h_2 \cdot f_2 + g_3 \cdot h_3 \cdot f_3 + \dots}{\frac{g_1 \cdot h_1 \cdot f_1}{a_1} + \frac{g_2 \cdot h_2 \cdot f_2}{a_2} + \frac{g_3 \cdot h_3 \cdot f_3}{a_3} + \dots}$$

Steigt nun das Produkt g . h (Form- oder Walzenhöhe), wie das erfahrungsmäßig in vielen Fällen der Fall ist, von der geringsten bis zur stärksten Stammklasse in gleichem Maße,*) dann besteht die Proportion: $\frac{h_1 \cdot f_1}{a_1} = \frac{h_2 \cdot f_2}{a_2} = \dots$, d. h. es ist $h_2 \cdot f_2 = \frac{h_1 \cdot f_1 \cdot a_2}{a_1}$ und letzte Gleichung geht über in:

$$A = \frac{g_1 \cdot h_1 \cdot f_1 + \frac{g_2 \cdot h_1 \cdot f_1 \cdot a_2}{a_1} + \dots}{\frac{g_1 \cdot h_1 \cdot f_1}{a_1} + \frac{g_2 \cdot h_1 \cdot f_1 \cdot a_2}{a_2 \cdot a_1} + \dots} = \frac{\frac{g_1 \cdot h_1 \cdot f_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot h_1 \cdot f_1 \cdot a_2 + \dots}{a_1}}{\frac{g_1 \cdot h_1 \cdot f_1 + g_2 \cdot h_1 \cdot f_1}{a_1}}$$

$$= \frac{g_1 \cdot a_1 + g_2 \cdot h_2 + \dots}{g_1 + g_2 + \dots}$$

Unter den gemachten Voraussetzungen kann also an Stelle des Massenalters das Grundflächenalter treten, welches gegenüber dem ersteren den Vorteil gewährt, daß für Bestimmung des mittleren Alters die Grundflächen und zugehörigen Alter der gebildeten Altersklassen genügen. Man vergleiche übrigens auch § 61 E.**)

Endlich sei noch bemerkt, daß bei der Altersbestimmung immer nur die prädominierende Holzmasse, nicht die den Zwischennutzungen anheim fallenden unterdrückten Stämme in Ansatz kommen dürfen. Ganz von selbst versteht es sich daher auch, daß, wenn in einem älteren Bestande jüngerer Unterwuchs vorhanden ist, dieser bei der Ermittlung des mittleren Alters unberücksichtigt bleiben kann. Ganz dasselbe gilt von

*) Vergleiche von Guttenberg Holzmeßkunde Seite 188.

**) Weiteres über diesen interessanten Gegenstand von mehr theoretischer Bedeutung kann nachgelesen werden: Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1890, Augustheft (das mittl. Bestandesalter von Dr. Wimmenauer).

alten eingewachsenen Oberständern, welche, namentlich wenn sie im Absterben begriffen sind, sobald wie möglich auszuhauen und der Zwischennutzungsmasse beizuschlagen sind.

D. Bestimmung des mittleren Alters aus Bestandesflächen und Alter (Flächenalter).

Gümbel hat im Jahre 1841 eine Methode der Ermittlung des mittleren Bestandesalters mitgeteilt, welche von forstlichen Praktikern häufig angewendet wird, wenn die Altersklassen eines Bestandes flächenweise getrennt vorkommen. Angenommen eine Waldabteilung bestehe aus $p_1 = 6$ Hektaren $a_1 = 40$jährigen, $p_2 = 2$ Hektaren $a_2 = 60$jährigen, $p_3 = 10$ Hektaren $a_3 = 90$jährigen Holzes, so ist das durchschnittliche Bestandesalter:

$$A = \frac{p_1 . a_1 + p_2 . a_2 + p_3 . a_3 + \ldots .}{p_1 + p_2 + p_3 + \ldots .} =$$

$$= \frac{6 . 40 + 2 . 60 + 10 . 90}{6 + 2 + 10} = \frac{240 + 120 + 900}{18} =$$

$$= \frac{1260}{18} = 70 \text{ Jahre.}$$

Diese Formel ist mit der Smalian'schen dann identisch, wenn der Durchschnittszuwachs d in den verschiedenen Altersklassen derselbe ist, und wird mit ihr um so mehr zusammenfallen, je weniger diese Durchschnittszuwachse von einander abweichen. Bezeichnen nämlich m_1, m_2, $m_3 \ldots$ die Holzmassen der einzelnen Altersklassen, dann ist bei gleichem Durchschnittszuwachs d in allen Klassen offenbar:

$$m_1 = p_1 . a_1 . d; \; m_2 = p_2 . a_2 . d \text{ und } m_3 = p_3 . a_3 . d.$$

Setzt man diese Werte in die Smalian'sche Formel:

$$A = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots .}{\frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3} + \ldots .} \text{ ein, dann geht sie über in:}$$

$$A = \frac{p_1 . a_1 . d + p_2 . a_2 . d + p_3 . a_3 . d + \ldots .}{\frac{p_1 . a_1 . d}{a_1} + \frac{p_2 . a_2 . d}{a_2} + \frac{p_3 . a_3 . d}{a_3} + \ldots .} =$$

$$= \frac{p_1 . a_1 + p_2 . a_2 + p_3 . a_3 + \ldots .}{p_1 + p_2 + p_3 + \ldots .},$$

welche Formel mit obiger übereinstimmt. Weichen daher die Durchschnittszuwachse in den verschiedenen flächenweise getrennten Altersklassen nicht

sehr von einander ab (Kulmination des Durchschnittszuwachses), so liefert die Formel in höchst einfacher Weise recht brauchbare Resultate und hat den Vorzug, daß sie jede direkte Grundflächen- oder Massenermittlung überflüssig macht.

E. Ermittlung des mittleren Alters aus den stärksten Altersklassen.

Ermittelt man das mittlere Alter von Beständen, welche aus langsamer Verjüngung und verschiedenen Samenjahren hervorgegangen sind, aus der Grundflächen- oder Smalian'schen Massenformel, oder aus dem arithmetischen Mittel der Alter der nach der Draudt'schen Methode ausgewählten Modellstämme, so gewahrt man in der Mehrheit der Fälle bei wiederholter Aufnahme solcher Bestände (Ertrags- und Durchforstungsflächen), daß der rechnungsmäßige Unterschied nicht dem wirklichen Zeitraume zwischen den beiden Aufnahmen entspricht, sondern größer ist. Ein jetzt 40jähriger Bestand wird mit andern Worten nach zehn Jahren nicht 40 + 10 = 50jährig, sondern vielleicht 53jährig gefunden. Es hängt dies, wie bereits erwähnt, damit zusammen, daß bei inzwischen eingetretener Durchforstung das unterdrückte, schwächste und jüngste Material ausgehauen wurde, wodurch der Bestand notwendig relativ älter werden mußte. Obgleich sich die auf diese Art ergebende Altersdifferenzen in der Regel nur in wenigen Jahren bewegen, so sind bei Anwendung genannter Methoden doch innere Widersprüche unvermeidlich. Dieselben können aber im Sinne der neuesten Definition vom mittleren Bestandesalter vermieden werden, wenn man in derartigen ungleich alten Beständen schon vom Stangenholzalter an nur die stärksten und darum ältesten Stammklassen, welche voraussichtlich künftig das Haubarkeitsalter erreichen werden, zur Altersermittlung heranzieht.

Bei der praktischen Durchführung würde sich das Verfahren beispielsweise wie folgt gestalten: Gehörte der Bestand der II. Bonität an, so wären nach meinen Buchenertragstafeln im Haubarkeitsalter 120 Jahre noch 560 Stämme pro ha vorhanden. Man hätte also in einem jüngeren Bestande, dessen mittleres Alter bestimmt werden soll, nur die 560 stärksten Stämme pro ha heranzuziehen, diese in eine entsprechende Anzahl Stärkeklassen zu teilen, in jeder Klasse das mittlere Alter auf Grund des arithmetischen Mittels aus den Altern der zugehörigen Probestämme zu bestimmen und könnte dann leicht mittelst der Formel für das Grundflächen- oder Massenalter das mittlere Bestandesalter ableiten.

Da jedoch anzunehmen sein wird, daß, wenn man sich auf die stärksten Stämme beschränkt, alle jüngeren Stämme aus späteren Samen-

jahren schon von selbst ausgeschieden sein werden, so wird man auch ohne Anwendung von Formeln das mittlere Bestandesalter selbst für Versuchszwecke hinreichend genau erhalten, wenn man einfach aus sämtlichen Probestämmen der stärksten Stammklassen das arithmetische Mittel zieht. Für die gewöhnlichen Fälle forstlicher Praxis (Wirtschaftseinrichtungen) sind die mehr theoretischen Erörterungen über das mittlere Bestandesalter überhaupt von geringem Werte und wird man für dieselben mit dem Grundflächen- und Massenalter (bei flächenweise getrenntem Alter und beim Oberholze im Mittelwalde) und mit dem soeben unter E besprochenen Verfahren (bei gemischten Altersklassen) vollkommen ausreichen.

Dritter Teil.

Von der Ermittelung des Zuwachses der Bäume und Bestände.

Vorbemerkungen.

§ 62.

A. Begriff und Wichtigkeit des Zuwachses.

a. Begriff. Unter Zuwachs versteht man die jährliche, periodische, gesamte oder durchschnittlich jährliche Mehrung der Bäume und Bestände an Höhe, Stärke, Fläche, Masse oder Wert. Die Zuwachslehre beschäftigt sich mit der Ermittlung des Zuwachses der Bäume und Bestände.

b. Wichtigkeit. Der nachhaltige Ertrag des Waldes läßt sich nicht aus der gegenwärtig zufällig vorhandenen Holzmasse desselben allein bemessen, sondern man muß auch, da bei weitem die meisten Bestände erst nach einer gewissen Reihe von Jahren zum Hiebe kommen, den in dieser Zeit noch erfolgenden Zuwachs in Aufregung bringen. Auch der Kapitalwert der Waldungen läßt sich nur durch Vorausbestimmung der künftigen mutmaßlichen Erträge derselben mit einiger Zuverlässlichkeit festsetzen. Die Massenfachwerker berechnen alle innerhalb einer Einrichtungszeit zu erwartenden Erträge auf die Zeit ihres Abtriebes, was offenbar nur dadurch möglich ist, daß sie dem noch nicht haubaren Bestande so viel Masse zusetzen, als derselbe der Wahrscheinlichkeit nach bis zu seinem gänzlichen Abtriebe noch aufzulegen verspricht. Die Anhänger des kombinierten Fachwerkes dagegen bezeichnen z. B. speziell die in der I. (oder I. und II.) Periode zum Abtrieb gelangenden Bestände und nehmen die jetzt in denselben befindliche Masse genau auf; da aber mit letzteren 20 (beziehungsweise 40) Jahre gewirtschaftet werden soll, so wird $\frac{1}{20}$ der Bestände noch 20 Jahre, ein weiteres $\frac{1}{20}$ noch 19, eine drittes $\frac{1}{20}$ noch 18 Jahre u. s. w. zuwachsen und es ist auch hier zum Zweck der Etatsbestimmung nötig, den in den nächsten 20 (beziehungsweisen 40) Jahren noch

weiter zu erwartenden Zuwachs in Aufrechnung zu bringen. Ähnlich verhält es sich mit den übrigen Waldertragsregelungsmethoden. Der jährliche Fällungsetat eines Wirtschaftsganzen hängt hiernach sehr wesentlich von dem künftigen Zuwachs der Bestände desselben ab.

Die Zuwachslehre der Bäume und Bestände greift aber auch in wichtige Fragen der Waldwertrechnung, der forstlichen Statik und des Waldbaues (Erziehung von Mischbeständen, Wahl der Holzart, der Umtriebsbestimmung u. s. w.) ein.

B. Verschiedene Arten des Zuwachses.

An unsern lebenden Holzpflanzen erfolgt der jährliche Zuwachs in der Art, daß sie innerhalb der Wachstumszeit vom Frühjahr bis zum Herbste über dem vorjährigen Holzkörper eine neue dickere Holzschichte (Splint) und im Innern des Rindenkörpers eine neue sehr dünne Rindenschichte (Bast) auflegen. Die Dicke beider Schichten zusammengenommen bilden den Stärkezuwachs. Gleichzeitig dehnt sich ein Teil der Splint- und Bastschichte auffallend über die Längenachse des Baumes aus und bildet den Längentrieb oder Längenzuwachs. Der am äußeren Umfange des Baumes erfolgende Stärkezuwachs bildet einen mehr oder weniger regelmäßigen nicht überall gleich breiten Ring, welcher, da er jährlich erfolgt, Jahresring genannt wird. Weder an dem Höhentriebe noch an dem Jahresringe erfolgt später eine bleibende Erweiterung oder Zusammenziehung der Dimensionen. Nur durch starken Frost können kleine Zusammenziehungen und durch hohe Temperatur kleine lokale Ausdehnungen entstehen, beide sind aber vorübergehend.

Je nach der Zuwachsrichtung, der Quantität und Qualität des Zuwachses und der wechselnden Holzpreise kann man folgende Arten von Zuwachs unterscheiden:

1. **In Bezug auf Zuwachsrichtung:** Länge- und Stärkezuwachs.

2. **In Bezug auf Quantität des Zuwachses:** Quantitäts- oder Massezuwachs. Er ist von überwiegender Bedeutung und wird aus dem Längen- und Stärkezuwachs abgeleitet. Man versteht darunter die Holzmasse, um welche sich ein Baum oder Bestand jährlich, periodisch, innerhalb einer ganzen Umtriebszeit oder durchschnittlich jährlich vermehrt. Hiernach kann man bei dem Massezuwachs wieder unterscheiden:

a) den jährlichen oder laufendjährigen Zuwachs, welchen ein Baum oder Bestand innerhalb eines beliebigen z. B. des 30. Jahres produziert.

b) den periodischen Zuwachs, welcher in einem gewissen Lebensabschnitte, z. B. vom 60.—70. Jahre, an einem Baume oder Bestande erfolgt.

c) den Gesamtalters-, totalen oder summarischen Zuwachs, welcher in der Zeit der Begründung eines Baumes oder Bestandes bis zu seinem gegenwärtigen Alter entsteht, und

d) den durchschnittlichen oder gemeinjährigen Zuwachs, welcher sich als Quotient ergiebt, wenn man den Gesamtalterszuwachs durch das Alter dividiert. Hätte z. B. ein Bestand pro Hektar bei seinem Abtriebe im 80. Jahre 600 Festmeter geliefert, so wäre der Gesamtalters-Durchschnittszuwachs pro Hektar und Jahr $\frac{600}{80} = 7{,}5$ Festmeter. Der Durchschnittszuwachs vollbestockter Bestände ist für die Bonität maßgebend.

e) den periodischen Durchschnittszuwachs, welcher sich durch Division des periodischen Zuwachses durch die Jahre der Periode ergiebt. Hätte z. B. ein Hektar vom 61.—70. Jahre, d. h. innerhalb 10 Jahre, eine Holzmasse von 60 Kubikmeter erzeugt, so wäre der durchschnittliche periodische Zuwachs $\frac{60}{10} = 6$ Festmeter.

Diese verschiedenen Arten des Massezuwachses können sich entweder nur auf die Haubarkeits- (prädominierende) Masse, oder nur auf die Zwischennutzungen, oder auf beide zusammen beziehen. Manchmal wird die Zuwachsbestimmung nur über die Derbholzmasse, manchmal auch über sämtliche Holzsortimente ausgedehnt. Ein Teil des Zuwachses geht jedoch jährlich in den absterbenden und sonst unbenutzt bleibenden Baumteilen verloren.

3. **In Bezug auf die Qualität des Zuwachses:** Qualitätszuwachs. Derselbe erfolgt, wenn bei gleichbleibenden Holzpreisen die Masseneinheit Zuwachs des stärkeren Sortiments höher bezahlt wird, als die gleiche Masse jüngeres, schwächeres Holz. Zieht man zu derselben Zeit von dem Werte der Masseneinheit eines stärkeren Sortiments denjenigen des schwächeren Sortiments ab (beide Werte von den Fällungskosten befreit), so erhält man in der Differenz den Qualitätszuwachs.

4. **In Bezug auf Preisrichtung:** Theuerungszuwachs. Dieser erfolgt durch Veränderung der Holzpreise in verschiedenen Zeiten und wird gemessen durch den Preis ein und desselben Sortiments in verschiedenen Zeiten.

C. Gegenseitiges Verhältnis zwischen laufendjährigem und Gesamtalters-Durchschnitts-Zuwachs.

Würde der laufendjährige mit dem durchschnittlichen Zuwachs zusammenfallen, d. h. wäre der laufendjährige Zuwachs in den verschiedensten Lebensstadien immer gleich dem Durchschnittszuwachs, alsdann gehörte die Zuwachsbestimmung zu den leichtesten Aufgaben des Forstwirtes. Man hätte nur nötig, den jährlichen Zuwachs an einem Baume oder Bestande einmal zu bestimmen und könnte denselben dann so oftmal aufrechnen, als zur Fällung des Baumes oder Bestandes noch Jahre vergehen.

Nun aber weicht der laufendjährige Zuwachs von dem Gesamtaltersdurchschnittszuwachs beträchtlich ab; die Abweichung ist größer bei dem Hochwald-, als bei dem Niederwaldbetriebe. Wir wissen z. B., daß bei regelmäßig oder ziemlich regelmäßig erzogenen Hochwaldbeständen die laufendjährige Massenmehrung in den ersten Jahren sehr gering ist, daß sie dann allmählich steigt, endlich ihr Maximum erreicht und von da anfänglich langsamer und dann rascher wieder abnimmt. Der Wachstumsgang während dieser verschiedenen Lebensperioden ändert sich nach Holzart, Standort und Waldbehandlungsart. Der Durchschnittszuwachs ist anfangs kleiner als der laufendjährige, er steigt langsamer aber anhaltender und sinkt dann wieder. Der höchste Durchschnittszuwachs tritt daher immer später als das Maximum des laufenden Zuwachses ein, erhält sich von hier an noch eine längere Zeit ziemlich auf derselben Stufe und beginnt erst dann rascher zu sinken.

Der höchste Durchschnittszuwachs kann daher nicht mit dem höchsten laufendjährigen Zuwachs zusammenfallen, sondern jener muß noch wachsen, wenn dieser schon im Sinken begriffen ist, und zwar so lange, als der laufendjährige Zuwachs noch größer als der Gesamtdurchschnittszuwachs aller vorhergehenden Jahre ist. Dieser aus der Erfahrung hervorgegangene Satz läßt sich auch wie folgt beweisen: *)

Setzt man den laufendjährigen Zuwachs eines Baumes oder Bestandes im ersten Jahre = a, im zweiten = b, im dritten = c, im vierten = d, und im n. Jahre = h u. s. w., so ist der Durchschnittszuwachs:

*) Der nachstehende Beweis wurde zuerst von Forstdirektor Jäger in der Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1841, S. 177, geführt.

im 1. Jahre . . . . . $\frac{a}{1} = a$

„ 2. „ . . . . . $\frac{a+b}{2} = \frac{a}{2} + \frac{b}{2}$

„ 3. „ . . . . . $\frac{a+b+c}{3} = \frac{a}{3} + \frac{b}{3} + \frac{c}{3}$

„ 4. „ . . . . . $\frac{a+b+c+d}{4} = \frac{a}{4} + \frac{b}{4} + \frac{c}{4} + \frac{d}{4}$ und

„ n. „ . . $\frac{a+b+c+d+\ldots.h}{n} = \frac{a}{n} + \frac{b}{n} + \frac{c}{n} + \ldots. \frac{h}{n} = D.$

Nimmt man nun an, der laufendjährige Zuwachs wachse von Jahr zu Jahr, bis er endlich im n. Jahre sein Maximum erreicht, so ist offenbar h größer wie a, b, c, d.... und daher auch

$h > \frac{a}{n} + \frac{b}{n} + \frac{c}{n} + \ldots. \frac{h}{n}$, d. h. der laufendjährige Zuwachs h ist im n. Jahre noch größer als der Durchschnittszuwachs D. Ist nun der laufende Zuwachs i im $n + 1^{ten}$ Jahre schon kleiner als h, so findet man den zugehörigen Durchschnittszuwachs:

$$D^1 = \frac{a+b+c+d+\ldots.h+i}{n+1}, \text{ oder}$$

$$D^1 (n+1) = a+b+c+d+\ldots\ldots h+i\ldots\ldots I.$$

Vorhin haben wir aber den Durchschnitttszuwachs D im n. Jahre gefunden:

$$D = \frac{a+b+c+d+\ldots\ldots h}{n}, \text{ hieraus folgt:}$$

$$n \,.\, D = a+b+c+d+\ldots\ldots h.$$

Substituiert man in Gleichung I statt $a+b+c+d+\ldots\ldots h$ den gleichbedeutenden Ausdruck n . D, so ergiebt sich:

$D^1 (n+1) = n \,.\, D + i$; und daraus $n \,.\, D = D^1 (n+1) - i$ oder

$$D = \frac{D^1 (n+1) - i}{n} = \frac{D^1 \,.\, n + D^1 - i}{n} = D^1 + \frac{D^1 - i}{n} \ldots II.$$

Man kann nun drei Fälle unterscheiden:

1. Der laufende Zuwachs i im n + 1. Jahre ist zwar schon im Abnehmen, aber immer noch größer als der Durchschnittszuwachs D^1 im betreffenden Jahre. In diesem Falle ist $i > D^1$ und das letzte Glied $\frac{D^1 - i}{n}$ der Gleichung $D = D^1 + \frac{D^1 - i}{n}$ wird (da n stets positiv sein muß) negativ, d. h. es ist:

$$D = D^1 - \left(\frac{i - D^1}{n}\right) \text{ oder } D^1 = D + \frac{i - D^1}{n}.$$

Der Durchschnittszuwachs D^1 im $n+1^{ten}$ Jahre ist dann noch größer als der Durchschnittszuwachs D im n^{ten} Jahre, denn es muß zu letzterem noch $\frac{i-D^1}{n}$ hinzuaddiert werden, bis er ersterem gleichkommt. Der Durchschnittszuwachs ist daher noch im Wachsen begriffen.

2. Der laufendjährige Zuwachs i sinkt schon so stark, daß er dem zugehörigen Durchschnittszuwachs gleichkommt, d. h. es ist $i = D^1$. In diesem Falle geht das Glied $\frac{D^1 - i}{n}$ der Gleichung II in $\frac{D^1 - D^1}{n} = \frac{0}{n} = 0$ über, d. h. alsdann ist $D^1 = D$ und es ist der Durchschnittszuwachs weder im Steigen noch im Fallen begriffen, er bleibt sich daher gleich.

3. Der laufendjährige Zuwachs i sinkt im $n+1^{ten}$ Jahre schon unter den zugehörigen Durchschnittszuwachs D^1 herab, d. h. es wird $i < D^1$. In diesem Falle wird das Glied $\frac{D^1 - i}{n}$ wirklich positiv, und es besteht die Gleichung

$$D = D^1 + \frac{D^1 - i}{n};$$

d. h. der Durchschnittszuwachs D im n^{ten} Jahre ist schon größer als derjenige im $n+1^{ten}$ Jahre; er nimmt mit anderen Worten von dem Augenblicke an ab, als der laufende Zuwachs unter den Durchschnittszuwachs herabsinkt.

Einen einfacheren Beweis hat G. Heyer*) in folgender Weise geführt:

Es seien die laufend jährlichen Zuwachse l_1, l_2 ... und die durchschnittlich jährlichen d_1, d_2 ...., so ist der laufende Zuwachs des $_{n+1}$ Jahres:

$l_{n+1} = (n+1)\, d_{n+1} - n\, d_n$ oder

$l_{n+1} - n d_{n+1} + d_{n+1} - n\, d_n$

$l_{n+1} - d_{n+1} = n\,(d_{n+1} - d^n)$; voraus folgt, daß

für $d_{n+1} \gtrless d_n$ auch $l_{n+1} \gtrless d_{n+1}$ sein muß.

Einen dritten Beweis für den Zeitpunkt des Durchschnittszuwachses hat J. Lehr geliefert.**)

Da nun ein Bestand in derjenigen Zeit die größte Holzmasse produziert, in welcher derselbe den größten Durchschnitts-

*) Waldertragsregelung von C. Heyer, 3. Aufl. Seite 24.

**) Vergleiche: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1870, Seite 482.

zuwachs besitzt, letzterer aber so lange steigt, als der laufendjährige Zuwachs noch größer ist, und in dem Augenblicke kleiner wird, als der laufende Zuwachs unter ihn herabsinkt, so folgt hieraus, daß der Durchschnittszuwachs am größten ist, wenn er mit dem laufendjährigen zusammenfällt. Der auf die größte Holzmasse spekulierende Forstwirt muß daher nach diesem Zeitraum die Umtriebszeiten festsetzen.

D. Der bei Zuwachsermittlungen mögliche Genauigkeitsgrad.

Die genaue Ermittlung des künftigen Zuwachses gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Forsttaxation, und trotz allem aufgebotenen mathematischen Scharfsinn ist es bis jetzt noch nicht gelungen, denselben unter allen Verhältnissen vollständig richtig voraus zu bestimmen. Das Resultat wird auch immer nur ein annähernd richtiges, bei gehöriger Sorgfalt aber ein für alle Fälle forstlicher Praxis genügendes sein können, weil wir es, wie schon Cotta sagte, bei der Ausmittlung des Zuwachses nur mit einer bloßen Kraftäußerung der vegatabilischen Natur zu thun haben, welche sich nicht immer dem menschlichen Willen und den auf bestimmte Voraussetzungen gegründeten Formeln unterordnet.

Viel leichter ist die Ermittlung des bereits abgelagerten periodischen oder gesamten Zuwachses (der vorhandenen Holzmasse) eines Bestandes. Hier hat sich nämlich die Produktionskraft schon deutlich ausgesprochen, wir haben es nur mit vorhandenen, anschaulichen Formen zu thun, welche sich bequem unter einen mathematischen Ausdruck bringen lassen. Der künftige Zuwachs soll aber erst entstehen, unsere Vorstellungen von den künftigen Baumdimensionen und Baumformen werden sich daher nur dann als richig erweisen, wenn sich die vegetabilischen Kräfte künftig auch so äußern, daß gerade die uns vor Augen schwebende Form entsteht. Wie verschieden sind aber die Einflüsse, welche auf das künftige Wachstum eines Baumes oder Bestandes bald störend, bald fördernd einwirken können! Abnorme Witterungsverhältnisse, Veränderung der Bodenzustände (durch Streuentzug, das Vordringen der Wurzeln in eine bessere oder schlechtere Erdschichte), das Klima (etwa durch Entwässerungen oder Bloßstellung des Bestandes), das Versetzen des Bestandes in eine freiere Stellung, außerordentliche Naturereignisse, Insektenschaden u. s. w. wirken oft so mächtig auf den Zuwachsgang ein, daß man sich nicht wundern darf, wenn selbst die sorgfältigsten Zuwachsberechnungen selten mit dem später thatsächlich erfolgenden Zuwachs ganz übereinstimmen.

Erster Abschnitt.

Die Zuwachsermittlung an einzelnen Bäumen.

I. Die Ermittlung des Höhen-, Stärke- und Flächenzuwachses.

1. Die Ermittlung des Höhenzuwachses.

§ 63.

Wie schon § 56 bemerkt wurde, lassen sich die jährlichen Längentriebe nur bei einigen Nadelhölzern und selbst bei diesen nur bis zu einem gewissen Alter hin deutlich unterscheiden. So lange daher diese Grenze nicht überschritten wird, läßt sich der jährliche oder durchschnittlich jährliche periodische Höhenzuwachs selbst an stehenden Bäumen ganz genau messen. Soll z. B. an einer stehenden 40jährigen Kiefer untersucht werden, um wie viel sie sich in den letzten 10 Jahren verlängert hat, so bestimmt man mit dem Baumhöhenmesser zunächst die ganze Länge des Baumes z. B. 15 m, mißt hierauf die Länge von der Erde bis zum Grunde des Jahrestriebes vor 10 Jahren z. B. 10 m, so beträgt der zehnjährige Längenzuwachs 15 m — 10 m = 5 m und es kommt durchschnittlich auf

1 Jahr $\frac{5}{10} = 0{,}5$ m.

Bei älteren Nadelhölzern und bei allen Laubhölzern läßt sich der Höhenwuchs in den verschiedenen Lebensstadien nur bei liegenden Stämmen dadurch genau finden, daß man den Baum durch Querschnitte in eine Anzahl gleiche Teile zerlegt, die Jahresringe an den einzelnen Querscheiben zählt, und die Längen bis zu den betreffenden Durchschnittspunkten vom Gipfel aus mißt. Jeder Baum entwickelt bekanntlich jährlich einen Jahrring und einen Längetrieb und besteht daher gewissermaßen aus einer Anzahl in einander geschobener Hohlkegel. Der älteste und innerste Kegel besitzt die Höhe des einjährigen Pflänzchens, der jüngste und äußerste Hohlkegel dagegen die ganze Länge des Baumes u. s. w. Will man daher z. B. den letzten 10jährigen Längenwuchs einer Buche bestimmen, so braucht man dieselbe

nur an der Stelle zu durchschneiden, wo man glaubt, daß vor 10 Jahren der Gipfel des Baumes gelegen sei und hier die Jahresringe zu zählen. Findet man so 10 Jahrringe, so kann man schließen, daß der Baum in den letzten 10 Jahren um das Stück von der Abschnittfläche bis zum äußersten Gipfel gewachsen ist, welches man dann nur zu messen braucht. Hätte man jedoch an dem Querschnitt nur acht Jahresringe gezählt, so fehlen noch 2 Längenzuwachse und man muß durch weitere, etwas tiefer zu legende Schnitte die richtige Stelle aufsuchen und das Stück zwischen dem ersten und letzten Schnitte noch hinzuaddieren. Das umgekehrte Verfahren müßte man einhalten, wenn man bei dem ersten Schnitt statt 10 Jahrringe z. B. 12 gefunden hätte.

Handelt es sich nicht allein um den Längenzuwachs der letzten Jahre, sondern will man etwa den Längenzuwachsgang eines Baumes durch alle Lebensstadien hin erforschen, so muß man denselben durch Querschnitte in eine Anzahl 1—2 m lange Sektionen zerlegen, die Länge vom Stockabschnitt bis zu den einzelnen Querschnitten messen und an jedem der letzteren die Jahresringe zählen. Bringt man nun die an jedem Querschnitt gefundene Jahresringzahl von derjenigen am Stockabschnit dicht über der Erde in Abzug, so ergiebt die Differenz die Anzahl der Jahre, die der Baum bis zur Höhe der betreffenden Querfläche gebraucht hat.

Angeommen, ein Baum habe über dem Boden 80 Jahresringe, bei 6 m über demselben noch 62 Jahresringe gezeigt, so ist derselbe in den ersten 80 — 62 = 18 Jahren 6 m lang geworden.

Es ist klar, daß diese Ermittlungen um so genauer werden müssen, je kürzer man die Sektionen macht; 1 m lange Sektionen dürften aber selbst für genaue Untersuchungen schon genügen. Die Zwischenglieder lassen sich dann leicht durch ein einfaches Interpolationsverfahren oder durch graphische Darstellung finden.

Man braucht im letzteren Falle nämlich nur nach einem passenden Maßstab auf eine horizontale Abszissenlinie die Anzahl Jahre aufzutragen, welche der Baum bis zur fraglichen Schnittfläche brauchte, sodann senkrecht in den so erhaltenen Punkten Ordinaten von der Länge der zugehörigen Höhen zu errichten und zwischen den Endpunkten dieser Ordinaten hindurch eine entsprechend gekrümmte Linie aus freier Hand zu ziehen, so erhält man die Höhenkurve, von welcher man schließlich die Höhe für jedes beliebige Lebensjahr abgreifen kann.

Beispiel: Ein 20 m langer und 80 Jahre alter Baum wurde in lauter 2 m lange Sektionen zerlegt und es ergaben sich in den einzelnen Schnittflächen die in Fig. 83 verzeichnete Anzahl Jahresringe.

Der Baum besaß daher im

80. — 68. = 12.	Jahre	eine	Höhe	von	2	Meter
80. — 58. = 22.	„	„	„	„	4	„
80. — 52. = 28.	„	„	„	„	6	„
80. — 46. = 34.	„	„	„	„	8	„
80. — 41. = 39.	„	„	„	„	10	„
80. — 34. = 46.	„	„	„	„	12	„
80. — 27. = 53.	„	„	„	„	14	„
80. — 19. = 61.	„	„	„	„	16	„
80. — 10. = 70.	„	„	„	„	18	„
80. — 0. = 80.	„	„	„	„	20	„

Zieht man nun, Fig. 83, eine horizontale Abszissenlinie, teilt dieselbe in 80 gleiche Teile oder Jahre und trägt in den Punkten 12, 22, 28 u. s. w. die zugehörige Höhe 2, 4, 6 u. s. w. Meter auf senkrechte Ordinaten auf, so erhält man die mit liegenden Kreuzchen bezeichneten Punkte. Werden diese durch einen freien Linienzug zu einer krummen Linie verbunden so erhält man die Höhenkurve des Baumes. Ohne Mühe läßt sich dann die Höhe des Baumes in jedem beliebigen Lebensjahre angeben.

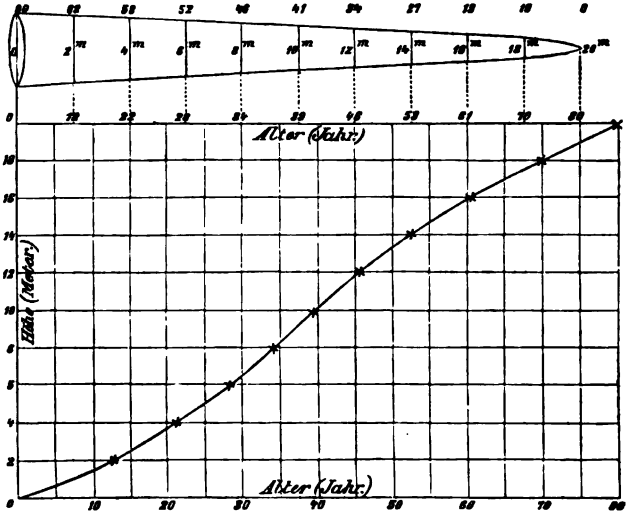


Fig. 83.

Die Längentriebe der Holzarten sind bekanntlich in den verschiedenen Lebensaltern und Wachstumsjahren sehr verschieden. Bei normaler Ent-

wickelung ist der laufende Höhenwuchs in der ersten Jugend am kleinsten, zwischen dem 10.—20. Jahre beginnt er schon beträchtlich zu steigen und erreicht z. B. bei der Fichte zwischen 20—41, bei der Rotbuche zwischen 30—55 Jahren sein Maximum. Dagegen liegt das Maximum des durchschnittlich jährlichen Höhenwuches bei der Fichte zwischen 40—78, bei der Rotbuche zwischen 41—92 Jahren und zwar tritt dasselbe früher bei guten als bei schlechten Bonitäten ein.*)

Auf die Entwicklung des Höhenwuchses wirken namentlich Standort und Waldschluß. Auf gutem Boden und unter günstigen klimatischen Verhältnissen wachsen die Bäume rascher und die Jahrestriebe werden länger. Ebenso wird der Längentrieb in geschlossenen Beständen gesteigert, in freiem Stande aber, und namentlich im gedrängten Schlusse, unter sonst gleichen Verhältnissen, zurückgehalten. So bringen dichte Saaten, gegenüber von Pflanzungen, einen sehr geringen Höhenwuchs hervor und muß daher die Ansicht, gedrängter Stand fördere den Höhenwuchs, als irrig zurückgewiesen werden. Dagegen bleibt in sehr trockenen Jahren der Massenzuwachs meist zurück, während sich der Längentrieb trotzdem in normaler Länge entwickeln kann. Robert Hartig erklärt dieses aus der Thatsache,**) „daß der Längentrieb vorzugsweise ein Produkt des Vorjahrs und bereits Ende Mai im Ganzen beendigt ist, während der Massenzuwachs vorzugsweise von den Wachstumsfaktoren desselben Jahres abhängt, und erst Ende August oder im September zum Abschluß kommt." Jedenfalls bedürfen die Längenzuwachsverhältnisse einzelner Holzarten, welche namentlich für waldbauliche Fragen und die Bonitierung von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind, noch einer eingehenden Untersuchung.

2. Die Ermittlung des Stärkezuwachses.

§ 64.

A. An liegenden Bäumen.

Der ein- oder mehrjährige Stärkezuwachs eines Baumes läßt sich nach der Breite der deutlich von einander unterscheidbaren Jahresringe beurteilen und mittelst einfacher Instrumente auch genau messen. Nur bei wenigen Holzarten, manchen Weichhölzern, der Birke und zuweilen der

*) Man vergleiche meine in § 38 mitgeteilten Ertragstafeln und meine Schriften über die Rotbuche und Fichte.

**) Dankelmann, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 5. Band, S. 93.

Buche, lassen sich die Jahrringe weniger gut und oft erst nach sorgfältiger Glättung der Schnittflächen, oder Anwendung der bereits Seite 420 namhaft gemachten künstlichen Hilfsmittel, unterscheiden. Da bei der Messung des laufenden und periodischen Stärkezuwachses schon kleine Dimensionen von großem Einfluß sind, so muß das Instrument, mit welchem der Stärkezuwachs ermittelt werden soll, mindestens in ganze und halbe Millimeter geteilt sein.

a. Die Zuwachsstäbe des Verfassers.*)

Für die Zuwachsuntersuchungen, welche wir mit unseren Zuhörern in der forstlichen Versuchsanstalt in München vornehmen, haben wir schon vor längerer Zeit Zuwachsstäbe verfertigen lassen, welche an Bequemlichkeit nichts mehr zu wünschen lassen. Dieselben können von Holz oder Metall, je nach der Stärke des zu untersuchenden Baumes in ganz verschiedenen Längen, 20—60 cm und mehr, angefertigt werden. Fig. 84 stellt einen solchen Zuwachsstab a b vor, wie er vor dem Gebrauche auf die vorher glatt zu hobelnde Stammscheibe A aufgelegt wird. Die eine Seite des Stabes ist schräge geschnitten und läuft in eine scharfe Kante aus, so daß an der schrägen Fläche die erforderlichen Zahlen zum bequemen Ablesen eingeschlagen werden können. In der Mitte des Stabes ist ein Metallansatz c mit einer kleinen runden Öffnung der Art eingelassen, daß der Mittelpunkt der Öffnung, welcher zugleich den Nullpunkt der Teilung abgiebt, genau mit der schrägen Kante zusammenfällt.

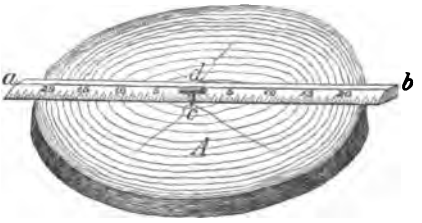


Fig. 84.

Steckt man nun den Metallstift d durch die Öffnung c in das Mark der zu untersuchenden Stammscheibe A und teilt das Lineal von c nach a und von c nach b in Millimeter und halbe Millimeter, so kann mit demselben nun der Stärkezuwachs in schärfster und bequemster Weise abgemessen werden. Da sich der Stab leicht um den Stift c drehen läßt, so ist derselbe auch besonders geeignet, die gegenwärtigen Halbmesser und diejenigen vor n Jahren in jeder beliebigen Richtung rasch abzulesen; ebenso ergiebt sich der Durchmesser aus der Summe der sich diametral gegenüber liegenden Halbmessen ac + bc. Da Stammscheiben nach ver-

*) Siehe auch forstwissenschaftliches Centralblatt 1883, Seite 203.

schiedenen Richtungen häufig verschiedene Durchmesser besitzen, so können letztere mit dem Stabe rasch gemessen und aus den Messungen das Mittel gezogen werden.

Für die meisten forstlichen Verrichtungen und insbesondere für taxatorische Zwecke kann der bei den meisten Holzarten sehr geringe Rindenzuwachs außer Rechnung bleiben.*) Will man daher sehen, um wie viel sich der Durchmesser eines Baumes etwa in den letzten 10 Jahren ohne Rinde vermehrt hat, so bestimmt man mit dem Zuwachsstabe den gegenwärtigen rindenlosen Halbmesser und denjenigen vor 10 Jahren, zieht beide von einander ab und nimmt den erhaltenen Betrag doppelt.

In der Regel werden die Jahrringe nicht an allen Radien des Baumumfanges ganz dieselbe Breite zeigen. Man ist daher genötigt, letztere nach verschiedenen maßgebenden Richtungen zu messen, die Ergebnisse zu addieren und aus der Summe das arithmetische Mittel zu nehmen. Angenommen, man habe die einfache Breite der letzten 10 Jahrringe an einer Stelle 5,3, an einer anderen 5,6 und an einer dritten 5,9 mm gefunden, so wäre die wirkliche Breite $\frac{5{,}3 + 5{,}6 + 5{,}9}{3} = \frac{16{,}8}{3} = 5{,}6$ mm, daher die Durchmesser-Zunahme der letzten 10 Jahre $5{,}6 \times 2 = 11{,}2$ mm.

Ganz auf dieselbe Weise läßt sich der Stärkezuwachs für jede beliebige andere Lebensperiode ermitteln.

b. Der Scheerenmaßstab.

Für ganz genaue wissenschaftliche Untersuchungen kann man auch einen sogenannten Scheerenmaßstab mit Spitzen verwenden, welcher, mit einem Nonius versehen, ein Ablesen bis auf $^1/_{20}$ Millimeter gestattet. Viele Mechaniker haben derartige Maßstäbe, welche auch zum genauen Abgreifen von Linien dienen, vorrätig. Auch feine Metallkluppen, wie sie Mechanikus Staudinger in Gießen fertigt, und Stangenzirkel von Metall können gebraucht werden.

B. An stehenden Bäumen.

a. Das Einkerben der Bäume in Brusthöhe.

Um das Fällen der Stämme bei Beurteilung des Stärkezuwachses zu umgehen, hat man früher vorgeschlagen, die Bäume etwa in Brusthöhe

*) Nur wenn Bäume und Bestände durch Kluppierung wiederholt stehend gemessen werden, pflegt man die Durchmesser mit Rinde zu bestimmen.

entsprechend tief einzukerben. Dieses Verfahren führt jedoch nur dann zum Ziel, wenn die Kerben mit einem scharfen Meißel recht gut geglättet werden, so daß bei der Zählung der Jahresringe kein Fehler unterlaufen kann. Forstrat H. Nördlinger bediente sich dabei weiter eines scharfen Stemmeisens, mit welchem er einen dünnen Holzquerschnitt aus dem zu untersuchenden Baumteile herauslöste. Durch derartige umständliche Hilfsmittel werden die Bäume mehr oder weniger beschädigt, sie werden daher besser durch folgenden Zuwachsbohrer ersetzt.

b. Der Preßler'sche Zuwachsbohrer.

Derselbe ersetzt das früher übliche Einkerben oder Ausmeißeln der Bäume, und zeichnet sich durch Einfachheit und bequeme Handhabung aus. Die ausführliche Beschreibung und Gebrauchsanweisung dieses Instrumentes

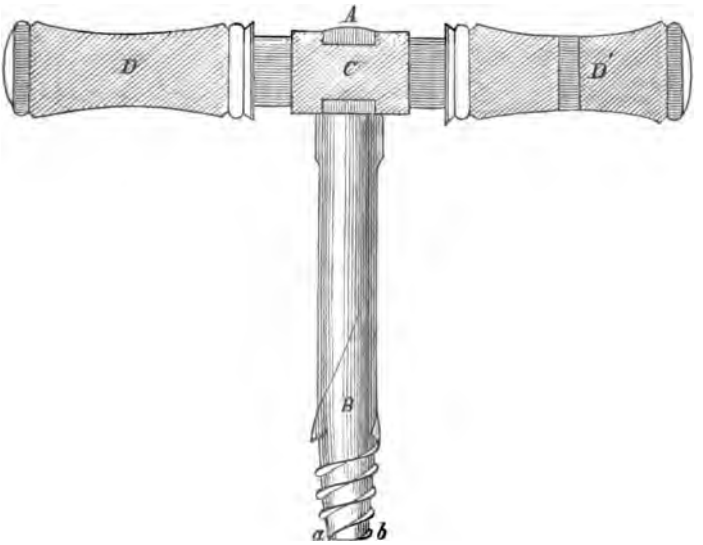


Fig. 85.

wolle im Tharander forstlichen Jahrbuche, Band 17, Seite 156, nachgelesen werden. Hier mag es genügen, auf das Vorhandensein des Werkzeuges hinzuweisen und dessen Einrichtung und Gebrauch in groben Zügen zu zeigen.

Das Instrument, Figur 85, besteht aus einer Handhabe D D' von Eisen und aus einem Hohlbohrer A B von Stahl. Die Handhabe bildet einen etwa 0,12 m langen, außen etwa 0,015 m und innen 0,012 m dicken

eisernen Hohlcylinder, welcher an beiden Enden mit einem Schraubengewinde versehen ist, um den Hohlcylinder mittelst zweier Messingkapseln D und D' schließen zu können. Der Hohlcylinder ist in zwei ungleich lange Kammern geteilt; die längere Kammer D dient zur Aufnahme des Hohlbohrers A B während des Transports, die kürzere D' enthält etwas Fett, um den Bohrer vor oder nach dem Gebrauche einschmieren zu können.

Der Bohrer A B selbst wird während des Gebrauchs in den Hohlcylinder C, wie solches aus der Figur ersichtlich ist, eingesteckt, er hat am unteren Teil ein scharfes Gewinde, ist ca. 0,07—0,14 m lang, kegelförmig durchbohrt, so daß man, da die untere Öffnung bei a b 6 mm beträgt, Holzcylinder von 6 mm Durchmesser und bei harten Hölzern von 6—7 cm, bei weichen aber bis zu 14 cm Länge auf leichte und bequeme Weise aus dem Stamme herausbohren kann (Flachbohrer und Tiefbohrer).

Zu dem Bohrer gehört noch eine 0,10 — 0,14 m lange Lanzette oder Nadel, welche ebenfalls beim Transport in dem Hohlcylinder C Platz findet. In diese plattgedrückte Nadel sind auf der einen Seite flache Zähne eingefeilt, die andere Seite dagegen ist in Millimeter geteilt. Die Nadel hat zweierlei Bestimmungen. Ist nämlich der Bohrer in den Stamm eingebohrt, so schiebt man die Nadel zwischen den cylindrischen Bohrspan und den Bohrer so ein, daß die gezahnte Seite an den Span zu liegen kommt und diesen festdrückt; wird nun der Bohrer rückwärts gedreht, so reißt der Bohrspan von dem Holzkörper ab und kann so leicht aus dem Bohrer herausgezogen werden. Sodann dient die in Millimeter geteilte Seite der Nadel zur genauen Messung der Jahrringe an dem Bohrspan, wozu jedoch auch eine dem Instrumente beigegebene aufgeschnittene und ebenfalls eingeteilte cylindrische Blechhülse dienen kann. Ist das ausgebohrte Holzcylinderchen nicht glatt, so daß das Abzählen der Jahresringe Schwierigkeiten bereitet, so kann leicht mit einem scharfen Messer nachgeholfen werden. Unter Umständen greift man noch zur Loupe oder zu den bereits angeführten Chemikalien.

Kunze sagt hierüber S. 236 seiner Holzmeßkunst Folgendes:

„Bei einigen Laubhölzern muß man aber außerdem noch zu chemischen oder physikalischen Hilfsmitteln seine Zuflucht nehmen und den geglätteten Span entweder mit Eisenchlorid, welches die Gerbsäure grünlich färbt, oder mit durch Anilin rot gefärbtem Weingeist bestreichen. Durch das erstere Reagens werden die Jahrringe deshalb deutlicher hervortreten, weil die Gerbsäure im Frühjahrs- und Herbstholze ungleich verteilt ist; durch das zweite, weil das wasserreichere Frühjahrsholz den Weingeist stärker aufsaugt, sich also intensiver rot färbt, als das Herbstholz. Äußersten Falls müßte man noch von dem gefärbten Holze papierdünne Schnitte nehmen und diese gegen das Licht halten."

In einem Artikel*) „Preßler und der Tharander Zuwachsbohrer“ führt Oberforstmeister von Cotta aus, daß zwar Preßler der intellektuelle Urheber, nicht aber der Erfinder des Zuwachsbohrers sei. Die Erfindung selbst habe, auf Anregung Preßlers, der Büchsenmacher Ernst Ryssel in Tharand gemacht.

b. Der kombinierte Zuwachsbohrer mit Höhenmesser von Oberförster Matthes.

Dieses Instrument, Fig. 86, ist in allen wesentlichen Teilen eine Verbindung des soeben beschriebenen Zuwachsbohrers von Preßler mit dem Höhenmesser von Weise, Seite 147. Dasselbe besteht:

1. aus den mit Rücksicht auf den Doppelzweck des Instrumentes angemessen modifizierten Stücken des Preßler'schen Zuwachsbohrers, nämlich:

a) der in der Mitte verstärkten Bohrerhülse ab mit einer die in halbe Meter geteilten Höhenskala tragenden stumpf gerippten Messingleiste cd.

b) der Bohrerkapsel ef mit der Ocularöffnung a, der Hülsenkapsel r, welche einen Schlitz und ein rundes Loch enthält und bei gh eingeschraubt werden kann.

c) dem durch eine Holzeinlage gehaltenen in der Figur unsichtbaren Bohrer und

d) einer von gutem Stahl hergestellten mit Millimetereinteilung versehenen Nadel po', welche zugleich als Standlinienskala dient;

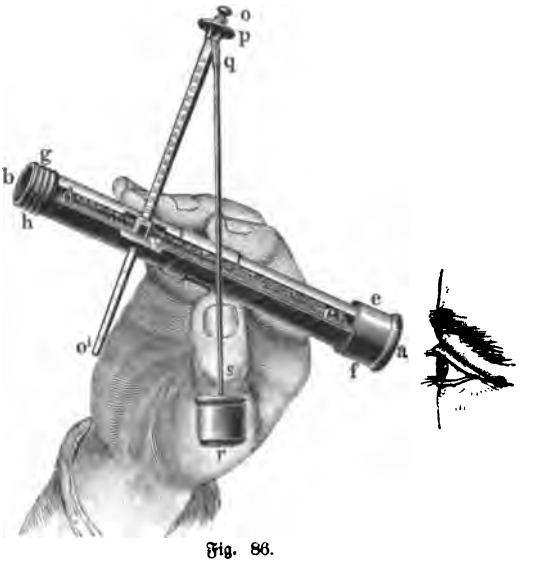


Fig. 86.

2. aus dem für die Höhenmessung notwendigen Metallpendel rp. Letzteres setzt sich zusammen aus dem Knopf o, dem Stahlfederstreifen pq

*) Forstl. Blätter von Grunert und Borggreve, 1887, Seite 57.

und dem im Querschnitt einen Kreisausschnitt darstellenden Stahlpendel qs und einer aus Knopf o und Schneide bestehenden Aufhängevorrichtung.

Will man nun mit dem Instrumente den Stärkezuwachs ermitteln, so öffnet man bei gh die Hülsenkapsel rs, entnimmt das Pendel und verwahrt es während des Bohrens etwa in einer Rocktasche. Hierauf schraubt man die Kapsel ef ab, zieht den Bohrer und die im Bohrer steckende Nadel aus der Hülse und verschließt dieselbe wieder mit der Kapsel ef.

Das eigentliche Bohrverfahren entspricht genau dem in der Beschreibung des Preßler'schen Bohrers dargestellten. Zum Schutze und zur besseren Handhabung des Instrumentes umgiebt eine Lederhülle die Bohrerhülse.

Behufs Höhenmessung nimmt man in bekannter Weise Aufstellung in der Nähe des Baumes (Abstand ungefähr Baumhöhe), mißt die Entfernung des Baumes vom Aufstellungspunkt (Standlinie), steckt die Nadel po' mit der Teilung und rauhen Seite nach außen durch die Nut bei v und schiebt unter Benutzung des bei v in der Messingleiste befindlichen Loches (Fenster) die Nadel soweit ein, daß der der gemessenen Standlinie in Metern entsprechende Teilstrich genau unter der scharfen, gezahnten Kante der Messingleiste steht. Ist die Entfernung klein, so stellt man ein Vielfaches (das 2 oder 3 oder n fache derselben) ein. Alsdann schiebt man das Pendel qs durch das im Messingknopfe der Stahlnadel bei p befindliche Loch, dabei die runde Seite nach außen, die scharfe der Messingleiste zugekehrt, und setzt den Pendelknopf o in das korrespondierende Loch des Nadelknopfes p ein. Zur Beschwerung des Pendels qs vereinigt man die Hülsenkapsel rs mit dem Pendel, indem man das schmale untere Stück des Pendels durch den in der Kapsel befindlichen Schlitz hindurchführt und den unteren kleineren Pendel-Knopf in die in der Kapsel rs befindliche korrespondierende Vertiefung versenkt. Hierauf visiert man unter Benutzung der Okularöffnung und des in der Bohrerhülse befindlichen Fadenkreuzes nach dem Fuß und der Spitze des Baumes und liest auf der Leiste cd, die beiden Höhenbestandesteile ab, aus denen sich durch Addition oder Subtraktion (je nachdem sich das Auge über oder unter dem Fußpunkt des Baumes befindet) die Höhe ergiebt.

Ist wegen der geringen Länge des Abstandes des Beobachters vom Baume die Nadel auf ein Vielfaches der Entfernung (z. B. das 2 oder 3 oder n fache) eingestellt, so ist selbstverständlich die gefundene Höhe durch 2 oder 3 oder n zu dividieren. Nach gemachtem Gebrauch steckt man

die unter Druck auf die Feder vorsichtig herauszuziehende Nadel von der Okularseite her in den in der Bohrerhülse befindlichen Bohrer, während man von der Fadenkreuzseite her das Pendel ebenfalls in den Bohrer einführt und sodann die Kapseln anschraubt. Der Zuwachsbohrer mit Höhenmesser wird von dem Großh. Sächs. Hofmechanikus Rich. Eckstein zu Eisenach um den mäßigen Preis von 18 Mark angefertigt.

Was schließlich die Messung des Stärkezuwachses an stehenden Bäumen in Brusthöhe anbelangt, so müssen wir ausdrücklich darauf aufmerksam machen, daß man aus der Breite der Jahresringe in Brusthöhe noch keineswegs auf die Breite derselben in den mittleren und oberen Stammteilen schließen kann. Es hängt dieses ganz von den Bestandes-Verhältnissen, und namentlich vom Schlusse ab, in welchem der Baum in der letzten Zeit erwachsen ist. Bei im Schlusse stehenden Bäumen nehmen die Jahresringbreiten des Schaftes nach dem Gipfel hin zu, bei im freien Stande erwachsenen Stämmen findet oft das umgekehrte Verhältnis statt, bei ihnen sind die Jahresringe in Brusthöhe breiter. Bei Bäumen, welche weder im guten Schluß noch im freien Stande erwachsen sind, bleiben die Jahresringe in den verschiedenen Stammteilen konstanter. Es beruht auf dieser Wahrnehmung der ungleiche Vollholzigkeitsgrad der unter verschiedenen Verhältnissen erwachsenen Stämme.

Theodor Hartig berichtet z. B. in seinen vergleichenden Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche von im Schlusse erzogenen Bäumen, in welchen die durchschnittliche Jahresringbreite etwas über der Mitte des Schaftes nahe das Doppelte der Jahresringbreite in Brusthöhe betrug. Ähnliches hat er an im freien Stande erwachsenen Stämmen beobachtet, in welchen die Ringbreiten in und über der Mitte des Schaftes unter Umständen sogar weniger als die Hälfte der Brusthöhenbreite betragen sollen. An diese Erfahrungen knüpft er die weitere Bemerkung, daß, wenn die Zuwachsberechnung ein gutes Resultat liefern soll, man die betreffenden Stämme jedenfalls fällen und in Sektionen zerlegen müsse, um auf diese Weise den Zuwachs jeder Sektion zu erforschen, eine Bemerkung, der wir, in so weit es sich um wissenschaftliche Untersuchungen handelt, vollständig beipflichten.

Auch R. Hartig, welcher sich mit dem Gegenstande viel beschäftigte, gelangte in neuerer Zeit zu ähnlichen Resultaten*). Er fand (Dankelmann 5. Band S. 94): „daß mehr oder weniger frei erwachsene Bäume mit voller Krone und freier Lichtwirkung auf dieselbe einen von oben nach unten zunehmenden Zuwachs (Flächen- oder Massenzuwachs), Bäume mit schwacher Krone und behinderter

*) Vergl. Dankelmann's Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Band I. S. 471—476, desgl. Bd. III. S. 66—106, Bd. IV. S. 240—254; Bot. Zeitung von 1870, Nr. 32 und 33.

Lichtwirkung auf dieselbe einen nach oben zunehmenden Zuwachs am nackten Schafte besitzen. Zwischen beiden Extremen giebt es selbstredend eine Mittelstufe, auf welcher der Zuwachs sich im Wesentlichen, abgesehen vom Stammende und der Krone, am Schafte gleich bleibt" .... „Solche Bäume, welche verhältnismäßig früh sich licht zu stellen pflegen, wie Kiefer, Lärche, Eiche und Eller zeigten im höheren Alter in der Regel die erstere Wuchsform, d. h. nach unten zunehmenden Zuwachs."

Man vergleiche in dieser Beziehung auch Nördlinger, der Holzring, S. 14—25. — Auch bei der wiederholten Aufnahme der Durchforstungsversuchsflächen in normal bestockten Beständen, fanden wir überall eine starke Verbreiterung der Jahrringe vom Fuße nach dem Gipfel der Bäume.

3. Die Berechnung des Flächenzuwachses.

§ 65.

Unter Flächenzuwachs versteht man diejenige Größe, um welche sich der Querschnitt eines Baumes oder Bestandes an irgend einer Stelle desselben in einer gewissen Zeit (einem Jahre oder n Jahren) vermehrt hat. Er wird bestimmt, indem man von dem jetzigen Querschnitt, denselben meist rindenlos gedacht, denjenigen vor n Jahren abzieht.

Aus der Breite der Jahrringe kann man allein noch keine sicheren Schlüsse auf die Größe des Flächenzuwachses machen, sondern es kommt hierbei besonders auf den Durchmesser (Umfang) des betreffenden Baumteiles an, an welchem man die Jahresringe gemessen hat. Denn bekanntlich ist der innere Ring eines Kreises immer kleiner als der außen anschließende gleich breite Kreisring. Ist nämlich, Figur 87, bc = cd, dann hat der zwischen bc liegende Kreisring einen kleineren Flächeninhalt als der zwischen cd liegende.

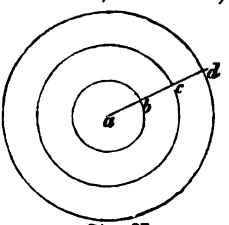


Fig. 87.

Beispiel: Ist ab = 0,1 m, ac = 0 2 m und ad = 0.3 m, dann ist

die mit dem Radius a b beschriebene Kreisfläche = 0,031
" " " " a c " " = 0,126 } qm,
" " " " a d " " = 0,283

es ist daher

der zwischen c d liegende Kreisring = 0,283 — 0,126 = 0,157
" " b c " " = 0,126 — 0,031 = 0,095 } qm,

mithin der Außenring um 0,157 — 0,095 = 0,062 qm größer.

Es können daher n Außenringe schon schmäler als n Innenringe sein, und dennoch kann in den letzten n Jahren ein größerer Flächenzuwachs als in den n vorletzten Jahren erfolgt sein.

Soll nun der Flächenzuwachs der letzten n Jahe an irgend einer Stelle des Baumes berechnet werden, so muß man den gegenwärtigen Durchmesser D des Baumes nach § 64 so genau wie möglich ohne Rinde messen, ganz in derselben Weise auch den Durchmesser d vor n Jahren, durch Abzug der doppelten Jahresringbreiten der n letzten Jahre, bestimmen. Die gegenwärtige Querfläche des Baumes (ohne Rinde) ist dann $= \frac{\pi D^2}{4}$, ebenso die Querfläche des Baumes (ohne Rinde) vor n Jahren $= \frac{\pi d^2}{4}$. Der njährige Flächenzuwachs f z ergiebt sich dann durch Subtraktion dieser beiden Querflächen, d. h.

es ist $f z = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = 0{,}7854\,(D + d)\,(D - d)$

Beispiel: Der rindenlose Durchmesser eines Baumes sei gegenwärtig D = 0,40 m, derjenige vor 10 Jahren 0,35 m, so ist der Flächenzuwachs der letzten 10 Jahre:

$f z = 0{,}7854\,(0{,}40 + 0{,}35)\,(0{,}40 - 0{,}35) = 0{,}7854 \times 0{,}75 \times 0{,}05 = 0{,}0294$ qm.

Bei wirklichen umfangreichen Zuwachsberechnungen wird man sich natürlich die vorstehenden Rechnungen ersparen, sich vielmehr in den Besitz detaillierter Kreisflächentabellen setzen, in welchen die Flächeninhalte für Durchmesser mindestens bis auf Millimeter (noch besser bis auf 0,5 mm berechnet sind (siehe Anhang des Buches). Im Besitze solcher Tafeln reduziert sich dann die Berechnung des Flächenzuwachses auf einen Abzug der in den Tafeln enthaltenen Kreisfläche vor n Jahren von der gegenwärtigen.

Sollte man ausnahmsweise Flächenzuwachsberechnungen an sehr unregelmäßigen Baumquerflächen vorzunehmen haben, deren Durchmesser D und d nicht mit hinreichender Genauigkeit nach § 64 bestimmt werden können, weil ihre Flächen von der Kreisform allzuviel abweichen, so dürfen sie natürlich auch nicht als Kreise betrachtet und berechnet werden. In einem solchen Falle berechnet man die zu untersuchenden Querflächen der Bäume, wie sie jetzt sind und vor n Jahren waren, als wie mit beliebig gekrümmten Linien begrenzte Flächen, nach der Methode der Äquidistanten, d. h. gleich weit abstehenden Ordinaten, welche man sich über die Stammscheibe zieht.*) Steht ein Polarplanimeter zur Verfügung, so können aber auch die notwendigen Flächeninhaltsbestimmungen mit diesem Instrumente vorgenommen werden.

*) Man vergleiche in dieser Beziehung des Verfassers Lehrbuch der niederen Geodäsie, IV. Aufl. Berlin 1886, S. 240.

II. Ermittlung des laufenden und periodischen Massenzuwachses.

1. Ermittlung des Massenzuwachses liegender Bäume nach dem Sektionsverfahren.

§ 66.

Handelt es sich darum, etwa zu wissenschaftlichen Zwecken den ein- oder mehrjährigen Massenzuwachs eines Baumes möglichst genau zu bestimmen, so ist dies nur durch Zerlegung desselben in Sektionen und Berechnung des Zuwachses an jeder Sektion möglich. Für gewöhnliche wirtschaftliche Zwecke scheint uns jedoch das Sektionsverfahren zu umständlich und zeitraubend zu sein. Trotzdem wurde es seither hin und wieder auch zur Bestimmung des künftigen Zuwachses solcher Bäume (oder Bestände) empfohlen und angewendet, welche der Haubarkeit schon näher stehen, d. h. in höchstens 10 bis 20 Jahren zum Abtriebe gelangen. Im letzteren Falle läßt es sich noch eher rechtfertigen, ist jedoch nach unserer Ansicht, namentlich wenn es sich um Zuwachsbestimmungen für den Zweck der Festsetzung des künftigen Fällungsetats handelt, meist entbehrlich und in der Praxis wegen seiner Umständlichkeit nur schwer durchführbar.

Um aus dem Zuwachs der letzten, denjenigen der nächsten n Jahre abzuleiten, lassen sich nach dem Sektionsverfahren drei Wege einschlagen. Man kann nämlich entweder den in den letzten n Jahren erfogten Massen- oder Stärkezuwachs als Maßstab für den künftigen Zuwachs benutzen oder aus beiden ein kombiniertes Verfahren ableiten. Hiernach unterscheiden wir:

A. Die Zuwachsermittlung mittelst Aufrechnung des Massenzuwachses der letzten Jahre.

Das Verfahren besteht darin, daß man, um aus der gegenwärtigen Masse eines Baumes die Masse desselben in den nächsten n Jahren abzuleiten, den Zuwachs der n letztverflossenen Jahre berechnet und diesen dem gegenwärtigen Inhalt des Baumes zuaddiert. Wäre z. B. der gegenwärtige Inhalt des Baumes 1,24 Festmeter und derselbe sei in den letzten n = 10 Jahren 0,28 Festmeter zugewachsen, so nimmt man an, daß derselbe nach 10 Jahren 1,24 + 0,28 = 1,52 Festmeter enthalte.

Es wird dabei wie folgt verfahren: Je nach dem beabsichtigten Genauigkeitsgrad zerlegt man den Stamm in lauter 1—3 m lange Sektionen

und berechnet auf bekannte Weise den gegenwärtigen Inhalt m jeder Sektion. Hierauf ermittelt man nach § 64 die doppelte mittlere Breite der letzten n Jahresringe jeder Sektion und zieht sie von den zugehörigen gegenwärtigen Durchmessern ab, so erhält man die Sektionsdurchmesser vor n Jahren und aus den diesen entsprechenden Grundflächen und der Länge der Sektionen den jedenfalls kleineren Inhalt vor n Jahren. Ist z. B. der gegenwärtige Inhalt einer Sektion = m, derjenige vor n Jahren = m′ und der njährige Massenzuwachs Z, so ist $Z = m - m'$.

Angenommen, Fig. 88 bezeichne den vertikalen Durchschnitt einer solchen Sektion, die Länge derselben sei h, ihr gegenwärtiger mittlerer Durchmesser AB = D, derjenige vor n Jahren CD = d, so ist der Inhalt der Sektion EFGH als paraboloischer Kegel aus der mittleren Querfläche berechnet: $m = \frac{\pi \cdot AB^2}{4} \cdot h = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot h = 0{,}7854 \cdot D^2 \cdot h$. Ebenso ist der Inhalt IKLM vor n Jahren $= m' = \frac{\pi \cdot CD^2}{4} \cdot h = 0{,}7854 \cdot d^2 \cdot h$. Mithin der Massenzuwachs Z in den letzten n Jahren:

$$Z = 0{,}7854 \cdot D^2 \cdot h - 0{,}7854 \cdot d^2 \cdot h =$$
$$= 0{,}7854 \cdot h\,(D^2 - d^2) =$$
$$= 0{,}7854 \cdot h(D + d)\,(D - d).$$

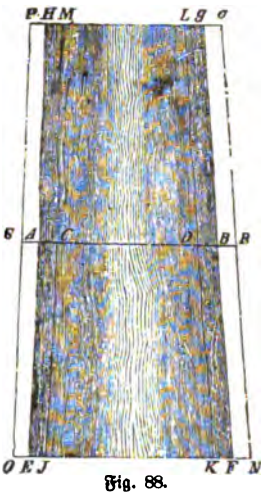


Fig. 88.

Beispiel: Der gegenwärtige mittlere Durchmesser D einer 3 m langen Sektion sei 0,40 m, die mittlere doppelte Breite der 10 letzten Jahresringe, nämlich AC + BD = 0,05 m, so ist der Durchmesser d vor 10 Jahren = 0,40 — 0,05 = 0,35 m, folglich der 10jährige Sektionszuwachs:

$$Z = 0{,}7854\,(D + d)\,(D + d) \cdot h =$$
$$= 0{,}7854\,(0{,}40 + 0{,}35)\,(0{,}40 - 0{,}35) \cdot 3 = 0{,}7854 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}05 \cdot 3 =$$
$$= 0{,}0295 \cdot 3 = 0{,}0885 \text{ Festmeter.}$$

Wird in dieser Weise der Zuwachs aller Sektionen berechnet, so erhält man in der Summe des Zuwachses aller den njährigen Zuwachs des Schaftes, und durch Division des letzteren durch n, den durchschnittlich jährlichen Periodenzuwachs.

Will man den njährigen Massenzuwachs des Baumschaftes vom Stockabschnitt bis zum äußersten Gipfel berechnen, so muß der Schaft nach § 63 erst an derjenigen Stelle entgipfelt werden, wo der Gipfel vor n Jahren lag. Dieses Gipfelstück besteht dann natürlich aus lauter

Zuwachs der letzten n Jahre und kann nach der Formel des paraboloischen Kegels aus dessen Mittelgrundfläche g und Länge l, somit nach g . l kubiert werden. Zerlegt man dann den entgipfelten Stamm in lauter gleich lange Sektionen und ermittelt den njährigen Flächenzuwachs nach § 65 in der Mitte jeder Sektion, so ergiebt sich der njährige Massenzuwachs des gipfellosen Schaftes noch einfacher aus der Summe des njährigen Flächenzuwachses aller Sektionen multipliziert mit der Sektionslänge. Wird diese Größe schließlich noch um den Inhalt des Gipfels vermehrt, so erhält man den njährigen Massenzuwachs des ganzen Schaftes (inkl. Gipfel).

Noch einfacher verfährt man, wenn man nach dem Huber'schen Sektionsverfahren (§ 15 A b) den gegenwärtigen Inhalt und denjenigen vor n Jahren bestimmt und beide von einander abzieht. Ebenso läßt sich der njährige Zuwachs aus den Endflächen der einzelnen Sektionen ableiten, wenn man von der Formel für das Smalian'sche Sektionsverfahren (§ 15 B b) ausgeht.

Selbstverständlich wird man sich auch hier bei Ermittlung des Flächenzuwachses der § 65 erwähnten detaillierten, bis auf mindestens Millimeter berechneten Kreisflächentabellen und unserer Zuwachsstäbe mit größtem Vorteile bedienen und sich damit die Arbeit wesentlich abkürzen.

In gleicher Weise wird, wenn es notwendig erscheint, der Zuwachs des stärkeren Astholzes ermittelt; derjenige des Stock- und schwächeren Reisholzes läßt sich jedoch, selbst wenn der höchste Grad von Genauigkeit gefordert würde, nach Proportionalzahlen aufrechnen, wenn man ihn nicht ganz unberücksichtigt lassen will.

Theodor Hartig bestimmt den Zuwachs des schwächeren Reisholzes dadurch, daß er die Jahresringe auf der unteren Abhiebsfläche des Reisholzes zählt, auf diese Art das durchschnittliche Alter desselben bestimmt und mit diesem in die gesamte Reisholzmasse dividiert, wodurch sich die durchschnittliche jährliche Produktion an Reisholz ergiebt.

Will man den nach vorstehendem Verfahren berechneten Massenzuwachs zur Ermittlung des künftigen Zuwachses eines Baumes verwenden, so macht man dabei die Voraussetzung, daß derselbe in den nächsten n Jahren den gleichen Zuwachs anlegen werde, wie in den verflossenen n Jahren. Man erlaubt sich mit anderen Worten die nach § 62 C nicht richtige Unterstellung, der laufendjährige Massenzuwachs bleibe in den verschiedenen Lebensaltern des Baumes derselbe, während er doch in den ersten Lebensjahren am kleinsten ist, dann mehr und mehr

steigt, endlich ein Maximum erreicht und schließlich selbst unter den Durchschnittszuwachs herunterſinkt, dem er vorher bedeutend vorangeeilt war.

Rechnet man daher den Massenzuwachs der letzten n Jahre bei der Zuwachsbestimmung der künftigen n Jahre voll auf, so begeht man in der Mehrheit der Fälle einen Fehler. Man findet nämlich für jene Bäume (oder Bestände), welche den oben bezeichneten Kulminationspunkt noch nicht erreicht haben, ein etwas zu kleines, für jene aber, welche ihn überschritten haben, ein etwas zu großes Resultat.

Dieser Mißstand ist denjenigen, welche nach dieser Methode den künftigen Zuwachs ermitteln wollten, auch nicht entgangen. Sie haben daher weiter bestimmt, je nach dem Alter und Standorte des Baumes, nach der ab- oder zunehmenden Breite der Jahresringe und anderen Anhaltspunkten, an den gefundenen Zuwachsbeträgen entsprechende Erhöhungen oder Abzüge vorzunehmen. Durch solche Bestimmungen lassen sich zwar die Resultate im Allgemeinen etwas verbessern, eine solide wissenschaftliche Basis erhält die Methode jedoch auch hierdurch nicht, so daß sich der Gebrauch eines so umständlichen und doch nie ganz richtigen Verfahrens für die gewöhnlichen Zwecke der Waldertragsregelung in vielen Fällen nicht wohl lohnen dürfte.

B. Die Zuwachsermittlung mittelst Aufrechnung des Stärkezuwachses der letzten Jahre.

Dieses Verfahren weicht von dem vorigen darin ab, daß man nicht wie dort den inneren Zuwachsring der letzten n Jahre berechnet und dessen Inhalt als den künftigen njährigen Zuwachs betrachtet, sondern daß man sich die doppelte Stärke der n letzten Jahresringe, nämlich A C + B D, Fig. 89, nach Außen, d. h. zu einer Hälfte nach A S, zur anderen Hälfte nach B R angesetzt denkt, hierauf die ideale Sektion N O P Q mit dem mittleren Durchmesser R S = D_1 und dann die gegenwärtige Sektion E F G H mit dem mittleren Durchmesser A B = D berechnet. Zieht man schließlich den Inhalt der letzteren von demjenigen der ersteren ab, so ergiebt sich direkt der Zuwachs Z für die nächsten n Jahre. Es ist nämlich wie vorhin:

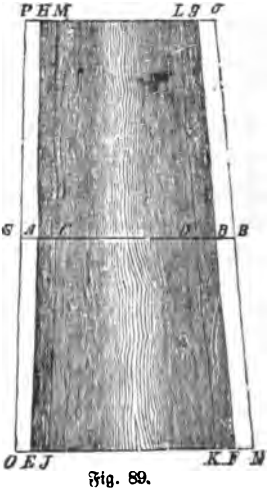


Fig. 89.

$$Z = \frac{\pi . RS^2}{4} . h - \frac{\pi . AB^2}{4} . h = \frac{\pi . h}{4} (RS^2 - AB^2) =$$

$$= \frac{\pi}{4} (D^2_1 - D^2) . h = 0{,}7854 \ (D_1 + D) \ (D_1 - D) \ h.$$

Beispiel: Setzen wir in diese Formel dieselben Werte wie im vorigen Beispiele ein, alsdann ist $RS = D_1 = 0{,}40 + 0{,}05 = 0{,}45$ m, $AB = D = 0{,}40$ m, und $h = 3$ m, und es ergiebt sich als 10 jähriger Zuwachs: $Z = 0{,}7854 \ (0{,}45 + 0{,}40) \ (0{,}45 - 0{,}40) . 3 = 0{,}7854 . 0{,}85 . 0{,}05 . 3 = 0{,}1001$ Festmeter.

Nach dem Verfahren A dieses Paragraphen haben wir bei Unterstellung desselben Beispieles nur 0,0885 Festmeter erhalten, es ergeben sich also nach jenem 0,1001 — 0,0885 = 0,0116 Festmeter pro Sektion weniger.

Dieser größere Zuwachs, welchen man nach dem Verfahren B erhält, ist etwa nicht zufällig, sondern er wird sich auch bei der Berechnung aller übrigen Sektionen immer zeigen, weil natürlich der innere Hohlkegel, nach § 65, wegen seines geringeren Grundflächengehaltes, unter allen Umständen einen kleineren Inhalt als der gleich breite äußere Hohlkegel zeigen muß.

Da man bei dem eben beschriebenen Verfahren durch Aufrechnung des Stärkezuwachses für n Jahre immer ein größeres Resultat erhält, als wenn man nach A den njährigen Massenzuwachs (d. h. den Innenring) aufrechnet, so kann die Methode nur unter der Voraussetzung annähernd richtig sein, als der laufendjährige Zuwachs noch im Wachsen begriffen ist. Da letzterer aber nur bis zu einem gewissen Alter der Bäume und Bestände steigt, (vergleiche unsere § 38 mitgeteilten Ertragstafeln), nachher aber langsam wieder abnimmt, so kann das Resultat mit dem späteren Wachstum älterer Bäume und Bestände auch nur zufällig, z. B. dann übereinstimmen, wenn etwa durch plötzliche Lichtstellung u. s. w. noch einmal vorübergehend ein größerer Zuwachs erfolgt wäre.

Man hat daher auch die Vorschrift erteilt*), daß, wenn die letzten Jahresringe im Zunehmen oder doch gleich breit seien, man das Verfahren B, im entgegengesetzten Falle aber das Verfahren A anwenden solle.

Da jedoch die eine wie die andere Methode immer nur für kurze Zeiträume, höchstens 10—15 Jahre, angewendet werden kann, beide

*) Vergl. K. Heyer, Waldertragsregelung, Seite 153.

überdies bei großer Umständlichkeit doch nie ein ganz richtiges Resultat liefern können, so wagen wir dieses Verfasren so wenig wie das erste für die Zuwachsberechnungen zum Zweck der Etatsbestimmung zu empfehlen.

C. Zuwachsermittlung durch Aufrechnung des Stärke- und Massenzuwachses der letzten Jahre.

Wir haben gesehen, daß man nach § 66 A bei noch steigendem laufendem Massenzuwachs ein zu niedriges, nach § 66 B aber bei gleichbleibendem oder gar abnehmendem Zuwachs, ein zu hohes Resultat erhält. Diese Wahrnehmung führte zu einem kombiniertem Verfahren aus A und B in der Art, daß man die doppelte durchschnittliche Jahresringbreite b der letzten n Jahre zur Hälfte innen, zur Hälfte außen an den gegenwärtigen Durchmesser D des Baumes sich angesetzt denkt und auf dieser Grundlage nach der bereits beschriebenen Weise den künftigen n jährigen Massenzuwachs Z berechnet. Man denkt sich dann, der Durchmesser nach n Jahren sei $D + \frac{b}{2} = D_3$, derjenige vor n Jahren aber $D - \frac{b}{2} = D_2$ und es ist dann ebenfalls:

$$Z = 0.7854\ (D_3 + D_2)\ (D_3 - D_2)\ .\ h.$$

Beispiel: Nehmen wir dasselbe Beispiel wie bei A und B, so ist der gegenwärtige Durchmesser D = 0,40 m, die doppelte Breite b der letzten n Jahresringe = 0,05 m, folglich $\frac{b}{2} = 0{,}025$ m, $D_3 = D + \frac{b}{2} = 0{,}40 + 0{,}025 =$

$= 0{,}425$ m, $D_2 = D - \frac{b}{2} = 0{,}40 - 0{,}025 = 0{,}375$ m und $h = 3$ m;

mithin $Z = 0{,}7854\ (0{,}425 + 0{,}375)\ (0{,}425 - 0{,}375)\ 3 =$
$= 0{,}7854\ .\ 0{,}80\ .\ 0{,}05\ .\ 3 = 0{,}0942$ Festmeter.

Da wir nach Methode A = 0,0885, nach Methode B aber = 0,1001 Festmeter erhalten haben, so liegt nach dem letzten Verfahren das Resultat genau zwischen den beiden ersten und wird deshalb namentlich dann am Platze sein, wo nach Alter und Standort zu schließen der Baum einen gleichbleibenden laufenden Zuwachs zeigt, was zu beurteilen allerdings nicht immer ganz leicht sein dürfte.

2. Ermittlung des Massenzuwachses liegender Bäume aus der Mittenstärke.

§ 67.

Das § 66 beschriebene Sektionsverfahren erfordert verhältnismäßig viel Zeit und Aufmerksamkeit. Man suchte deshalb, und namentlich wenn

eine geringere Genauigkeit hinreichte, das Verfahren dadurch abzukürzen, daß man den gegenwärtigen Inhalt des Schaftes und ebenso denjenigen vor n Jahren aus den zugehörigen Längen und mittleren Durchmessern als Paraboloid berechnete, beide Inhalte von einander abzog und in der Differenz beider Zahlen den n jährigen Massenzuwachs des Baumschaftes fand. Denn bezeichnet man, Fig. 90, mit M = i k b den gegenwärtigen, unter m = r s f den Inhalt des Baumes vor n Jahren, so ist offenbar der n jährige Massenzuwachs:

$$Z = M - m = ikb - rsf.$$

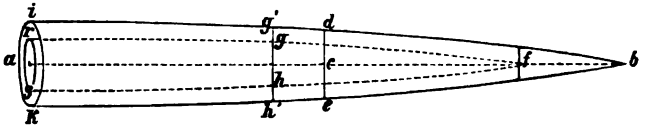


Fig. 90.

Will man nach dieser allerdings weit einfacheren Methode den n jährigen Zuwachs eines Baumschaftes berechnen, so muß man die Höhe a b = H des gegenwärtigen Baumes genau messen, ebenso in der Hälfte c a der Gesamtlänge den gegenwärtigen rindenlosen Durchmesser d e = D ermitteln, was beides keine Schwierigkeiten hat, wenn man den Stamm bei d e durchschneidet, oder im Falle das Zerschneiden nicht gestattet sein sollte, denselben an der betreffenden Stelle entrindet. Man findet dann den gegenwärtigen Bauminhalt

$$M = \frac{\pi D^2}{4} . H = \gamma . H.$$

Ebenso muß die Höhe a f = h des Baumes vor n Jahren durch Entgipfeln desselben auf n Jahresringe bei f nach § 63 bestimmt und in $\frac{a f}{2}$ der rindenlose Durchmesser g h = d vor n Jahren abgegriffen werden, was wiederum mittelst Durchschneidens des Schaftes bei g h nach § 64 oder des Zuwachsbohrers (Fig. 85) geschehen kann.

Es ergiebt sich dann der Inhalt m des Schaftes r s f vor n Jahren: $m = \frac{\pi d^2}{4} . h = \gamma^1 . h$, und aus M und m endlich der n jährige Massenzuwachs $Z = M - m = \gamma . H - \gamma^1 . h$.

Wenn auch die vorstehende Methode den Vorzug größerer Einfachheit besitzt, so wird derselbe doch unter Umständen durch den Nachteil ungenauerer Resultate wieder mehr oder weniger aufgehoben. Dieses Verfahren

wäre nur dann mathematisch genau, wenn man nach der Formel für das Paraboloid den Inhalt eines jeden Baumschaftes unter allen Umständen richtig finden würde. Da dieses aber nicht der Fall ist, so muß die Zuwachsermittlung aus der Mittenstärke des Baumes hinter dem § 66 geschilderten Sektionsverfahren an Genauigkeit zurückstehen.

Preßler sucht die Zuwachsermittlung aus Länge und Mittenstärke noch dadurch zu vereinfachen, daß er den Stamm ebenfalls an der Stelle f, Fig. 90, wo vor n Jahren der Gipfel desselben lag, entgipfelt, hierauf den „zuwachsrecht" entgipfelten Stamm in der Mitte durchschneidet und hier nicht nur den gegenwärtigen Durchmesser $g'h' = D_1$ (ohne Rinde), sondern auch denjenigen vor n Jahren $gh = d$ mißt, schließlich auch die Länge des entgipfelten Stammes $af = h$ bestimmt. Der njährige Massenzuwachs Z ist dann:

$$Z = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot h - \frac{\pi\, d^2}{4} \cdot h = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d^2)\, h =$$
$$= 0{,}7854\ (D_1 + d)\ (D_1 - d) \cdot h.$$

Die ganze Masse des Gipfelstückes, welches aus lauter Zuwachs der letzten n Jahre besteht, bleibt bei diesem Verfahren außer Rechnung. Die Vernachlässigung dieser Größe wird dadurch gerechtfertigt, daß der jetzige Durchmesser nicht in der Mitte des unentgipfelten, sondern in der Mitte des entgipfelten Stammes gemessen werde, also nicht wie vorhin d e, sondern jetzt g' h' sei und folglich — weil an einer tieferen Stelle liegend — auch größer sein müsse. Das etwas größere Resultat, was man nach diesem Verfahren zu erhalten glaubt, wird noch durch die weitere Unterstellung zu rechtfertigen gesucht, die Formzahl des gegenwärtigen Schaftes sei größer als diejenige des Schaftes vor n Jahren. Die neuesten Formuntersuchungen haben jedoch eher das Gegenteil bewiesen.

Das abgekürzte Preßler'sche Verfahren darf daher nur da angewendet werden, wo es sich, wie für gewöhnliche wirtschaftliche Zwecke, um einen geringeren Grad von Genauigkeit handelt.

3. Die Ermittlung des Massenzuwachses nach Formzahlen.

§ 68.

Die Umständlichkeit der Berechnung des laufendjährigen und periodischen Zuwachses nach dem Sektionsverfahren, oder das mit demselben verbundene Fällen der Stämme, suchte man durch Einführung der Formzahlen in die Methoden der Zuwachsberechnung zu umgehen.

Den gegenwärtigen Inhalt k eines Baumes erhält man nämlich nach § 29 durch Multiplikation der Idealwalze g . H mit der Formzahl f, d. h. es ist $k = g . H . f$. Ebenso ergiebt sich der Inhalt k' eines n Jahre jüngeren Baumes, wenn man dessen Idealwalze g' . H' mit dessen Formzahl f' multipliziert, d. h. es ist $k' = g' . H' . f'$. Hiernach ist der in den letzten n Jahren erfolgte Massenzuwachs

$$Z = g . H . f - g' . H' . f' = k - k'.$$

Nach dieser Formel ließe sich nun der Zuwachs in den nächst verflossenen n Jahren leicht finden, wenn die Idealwalzengehalte und Formzahlen in den zwei verschiedenen Lebensaltern bekannt wären. Diese müssen daher zunächst festgestellt werden. Das Verfahren ist ein anderes bei liegenden, als bei stehenden Bäumen. Wir unterscheiden hiernach:

A. Die Zuwachsberechnung nach Formzahlen an liegenden Bäumen.

Nach obiger Formel bedarf man zunächst zur Berechnung von Z für die letzten n Jahre den gegenwärtigen Inhalt g . H . f des Baumes. Dieser ergiebt sich, wenn man aus der jetzigen Scheitelhöhe und Grundstärke die Idealwalze, aus dieser und dem zu ermittelnden Bauminhalte die Formzahl ableitet, und schließlich die Idealwalze mit der Formzahl multipliziert. Kennt man nun den gegenwärtigen Bauminhalt und dessen gegenwärtige Formzahl, so handelt es sich noch um denjenigen vor n Jahren.

Dieser ergiebt sich aus der Grundfläche, Scheitelhöhe und Formzahl vor n Jahren. Um die Grundfläche zu erhalten, mißt man bei 1,3 m über dem Boden (Brusthöhe) die mittlere Jahresringbreite der letzten n Jahre, nimmt diese doppelt und zieht sie von der gegenwärtigen Grundstärke ab und berechnet zu dem geringeren Durchmesser die Kreisfläche. Die Scheitelhöhe vor n Jahren findet man nach § 63, indem man den Baum „zuwachsrecht" da entgipfelt, wo sein Gipfel vor n Jahren lag, d. h. die Querfläche noch n Jahresringe zeigt. Die Entfernung vom Stockabschnitt des Baumes bis zur Entgipfelungsstelle ist dann die gewünschte Scheitelhöhe.

Die Formzahl vor n Jahren ließe sich zwar nach dem Sektionsverfahren auch bestimmen, da man aber diese umständliche Methode gerade umgehen will, so kann man bei kurzen Zuwachsperioden die jetzige Formzahl und diejenige vor n Jahren als gleich annehmen. Diese Annahme ist zwar nicht ganz richtig, und wird um so unrichtiger, je größer n angenommen wird, denn die Formzahl ändert sich unter Umständen jedes Jahr etwas. Da jedoch bei der Zuwachsberechnung die Erreichung eines absolut richtigen

Resultates ohnehin nicht möglich ist, so rechtfertigt sich eine solche Annahme unter der Voraussetzung, als n nicht zu groß, höchstens 10 Jahre, angenommen wird und man auf ein vollkommen richtiges Resultat schon im voraus verzichtet.

Ist durch reichliche Formuntersuchungen der wichtigsten Holzarten, wie sie in den letzten Jahren von den forstlichen Versuchsanstalten vorgenommen wurden und auch künftig noch fortgesetzt werden sollen, einmal festgestellt, um wie viel die Formzahlen unter mittleren Bestandesschlußverhältnissen, etwa von 10 zu 10 Jahren, mit dem Wachsen der Baumalter sich ändern, so kann man mit Hülfe solcher Formzahltafeln dann leicht auf die Größe der Formzahl des Baumes vor n Jahren zurückschließen und die entsprechende Formzahl in Ansatz bringen. Ein derartiges Verfahren, bei welchem man sich mehr von der Form des einzelnen Baumes lossagt und sich an die durchschnittlichen Formzahlen hält, wird sich selbverständlich auch mehr für Zuwachsuntersuchungen *ganzer Bestände* eignen.

Beispiel: Die Grundstärke eines liegenden Baumes wurde in Brusthöhe 0,50 m, daher dessen Grundfläche $g = 0{,}196$ qm gefunden, die Scheitelhöhe H war 30 m und der Inhalt 3,293 Festmeter; so ist dessen gegenwärtige Formzahl $f = \frac{k}{g \,.\, H} = \frac{3{,}293}{0{,}196 \times 30} = 0{,}56$. Nun wurde in Brusthöhe die doppelte Jahrringsstärke der letzten 10 Jahre ermittelt und 0,05 m gefunden, es war daher die Grundstärke vor 10 Jahren nur $0{,}50 - 0{,}05 = 0{,}45$ m und die Grundfläche $g' = 0{,}159$ qm; ferner war das 10 Jahre alte Gipfelstück 2,5 m, es war daher die Scheitelhöhe H' vor 10 Jahren $30 - 2{,}5 = 27{,}5$ m. Unterstellt man endlich die Formzahl vor n Jahren sei nicht 0,56, sondern etwas größer, d. h. 0,57 gewesen, so beträgt der in den letzten 10 Jahren erfolgte Zuwachs:

$$Z = G \times H \times f - g' \times H' \times f' =$$
$$= 0{,}196 \,.\, 30 \,.\, 0{,}56 - 0{,}159 \,.\, 27{,}5 \,.\, 0{,}57 =$$
$$= 3{,}293 - 2{,}492 = 0{,}801 \text{ Festmeter.}$$

Hätte man die Formzahl vor n Jahren ebenfalls 0,56 angenommen, so wäre der Inhalt vor n Jahren 2,449, d. h. nur um 0,043 fm größer.

Nimmt man nun nach § 66 A an, der Baum werde in den nächsten 10 Jahren dieselbe Holzmasse anlegen, so würde derselbe bei der Formzahl $0{,}57 : 3{,}293 + 0{,}801 = 4{,}094$ Festmeter, bei der Formzahl 0,56 aber die wenig verschiedene Holzmasse 4,138 fm besitzen.

Unter welchen Voraussetzungen diese Annahme gemacht werden darf, haben wir ebenfalls bereits § 66, A, B und C hervorgehoben.

Endlich bedarf es keiner weiteren Auseinandersetzung, daß das soeben beschriebene Verfahren auch in der Art abgeändert werden kann, daß man die Breite der letzten n Jahresringe nach außen, oder zur Hälfte nach außen, zur anderen Hälfte nach innen, sich angelegt denkt.

Würden die Formzahlen f und f' zugleich die Ast- und Reisholzmasse in sich schließen, so bekäme man nach dem eben geschilderten Verfahren zugleich auch in sehr einfacher Weise den Massenzuwachs des ganzen Baumes, was bei den vorher beschriebenen Methoden nicht der Fall ist.

B. Die Zuwachsberechnung nach Formzahlen an stehenden Bäumen.

Dieses Verfahren wurde für den Fall empfohlen, als man die Bäume nicht fällen will oder fällen kann. Es weicht von dem unter A beschriebenen im Prinzipe nicht ab. Die Ermittlung der gegenwärtigen Grundstärke und derjenigen vor n Jahren geschieht wie bei A. Der Höhenwuchs während n Jahren, sowie die gegenwärtige Formzahl und diejenige vor n Jahren müssen aber eingeschätzt werden.

Da nach A dieses Paragraphen der Höhenwuchs und auch die gegenwärtige Formzahl direkt an dem liegenden Baume abgeleitet und nicht eingeschätzt wurde, so muß jenes Verfahren, wenn gleich etwas umständlicher, auch verhältnismäßig bessere Resultate als dieses liefern.

Sollte jedoch eine genaue Bestandesschätzung vorausgegangen sein, so daß man die Masse M, die Kreisflächensumme G und die mittlere Scheitelhöhe H des Bestandes voraussetzen darf, so kann man auch an stehenden Bäumen die gegenwärtige Formzahl f direkt durch Rechnung finden, denn es ist dann offenbar:

$$f = \frac{M}{G \cdot H}$$

Ebenso fällt es jetzt nicht mehr schwer, ziemlich sichere Anhalte über die Baumhöhen vor und nach n Jahren zu erhalten, nachdem wir für die wichtigsten Holzarten, getrennt nach Bonitäten, sowie die vorkommenden Bestandesalter zuverlässige Höhenangabe in den Ertragstafeln besitzen. Ebenso geben die Formzahlübersichten Auskunft über die verschiedenen mittleren Formzahlen in jedem beliebigen Bestandesalter.

4. Die Ermittlung des Zuwachses nach Prozenten.

§ 69.

Die Methoden der Ermittlung der Zuwachsprozente sind verschieden, je nachdem die letzteren zur Berechnung des Massenzuwachses oder des Zinsertrages von Geldkapitalien dienen sollen; denn der Massenzuwachs der Bäume und Bestände folgt, wenigstens in der für die forstliche Praxis entscheidenden Wuchsperiode, mehr den Gesetzen einer

arithmetischen Reihe, also der einfachen Zinsrechnung, während Kapitalien, und als solche können wir auch Bäume in gewissem Sinne auffassen, sich mehr nach den Gesetzen einer geometrischen Reihe d. h. den Regeln der Zinses-Zinsenrechnung vermehren. Früher benutzte man die Zuwachsprozente nur in ersterem Sinne, d. h. man stellte sich die Aufgabe, mit Hilfe derselben aus der gegenwärtigen Holzmasse eines Baumes (Bestandes) den bis zum Abtriebe desselben noch erfolgenden n jährigen Zuwachs und somit die Abtriebsmasse festzustellen. Man unterstellt hierbei eine ziemlich gleichmäßige Verteilung des Zuwachses auf die einzelnen Jahre und eine Massenmehrung nach einfachen Zinsen und erhält dabei naturgemäß um so zuverlässigere Resultate, je kürzer die Zuwachsperiode angenommen wird.

In neuerer Zeit jedoch sucht man den zuwachsenden Bäumen und Beständen auch noch eine andere Seite abzugewinnen, indem man sie als wachsende Geldkapitalien betrachtet und untersucht, wie hoch sich dieselben verzinsen. Da nun, wie erwähnt, Geldkapitalien nach anderen Gesetzen wachsen, wie Waldbäume, so ist es klar, daß auch die Methoden der Prozentberechnung im letzteren Falle andere als im ersteren sein müssen. Um daher diese zwei prinzipiell verschiedenen Gegenstände nicht mit einander zu vermengen, wollen wir sie getrennt besprechen, indem wir behandeln:

A. Das Zuwachsprozent für Zwecke der Massenwirtschaft.

Unter Massenzuwachsprozent versteht man das geometrische Verhältnis, welches zwischen der letztjährigen Volumenmehrung eines Baumes (Bestandes) und der Holzmasse besteht, an welcher sich dieser Zuwachs angelegt hat.*) Ist die gegenwärtige Holzmasse eines Baumes M, diejenige vor einem Jahre m, so ist der letztjährige Zuwachs $Z = M - m$ und das auf die Masseneinheit sich beziehende Zuwachsprozent p wird nach der Proportion: $m : Z = 1 : p$ gefunden:

$$p = \frac{Z}{m}.$$

Beispiel: Ein Baum hat gegenwärtig eine Holzmasse M = 3,42 Festmeter, vor einem Jahre hatte er nur m = 3,38 Festmeter, folglich ist, sein letztjähriger Zuwachs $Z = M - m = 3{,}42 - 3{,}38 = 0{,}04$ Festmeter, oder sein Zuwachsprozent $p = \frac{Z}{m} = \frac{0{,}04}{3{,}38} = 0{,}0118$, d. h. es kommen auf 1 Festmeter Holzmasse 0,0118 Festmeter Zuwachs.

*) In ähnlichem Sinne giebt es auch ein Höhen-, Stärken- und Flächenzuwachsprozent.

Setzt man nun umgekehrt die Holzmasse m und das Zuwachsprozent p als bekannt voraus, so ergiebt sich aus der Gleichung $p = \frac{Z}{m}$ der letztjährige Zuwachs:

$$Z = m \times p,$$

d. h. man erhält den letztjährigen Zuwachs, wenn man die vorjährige Holzmasse (m) mit dem dieser entsprechenden Zuwachsprozente (p) multipliziert.

Beispiel: Nach vorigem Beispiele ist m = 3,38, p = 0,0118, mithin der unbekannte einjährige Zuwachs:

$$Z = m \times p = 3{,}38 \times 0{,}0118 = 0{,}04 \text{ Festmeter.}$$

Drückt man den laufendjährigen Zuwachs nicht in Teilen der Einheit, sondern in Teilen von 100 aus, so erhält man den Zuwachs in Prozenteinheiten, denn es besteht dann die Proportion:

$$m : Z = 100 : p, \text{ oder } p = \frac{Z.100}{m}.$$

Beispiel: Setzt man die Werte des vorigen Beispiels ein, dann ist: $p = \frac{0{,}04.100}{3{,}38} = 1{,}18$ Prozent, d. h. es käme auf 100 Festmeter Holzmasse 1,18 Festmeter jährlicher Zuwachs. Sind daher umgekehrt die Prozenteinheiten p und die gegenwärtige Holzmasse m gegeben, dann ist:

$$Z = \frac{m.p}{100}, \text{ oder für unser Beispiel:}$$

$$Z = \frac{m.p}{100} = \frac{3{,}38.1{,}18}{100} = \frac{3{,}99}{100} = 0{,}04 \text{ Festmeter.}$$

Auf diesen einfachen Prinzipien beruht die Anwendung des Zuwachsprozentes auf die Berechnung des Massenzuwachses des letzten Jahres. Denn kennt man die gegenwärtige Masse und das Alter eines Baumes (Bestandes) und weiß man ferner, daß ein unter denselben Verhältnissen erwachsener gleichalteriger Baum (Bestand) erfahrungsmäßig p Prozent-Einheiten Zuwachs hat, so kann man nach $Z = \frac{m.p}{100}$ leicht und ohne alle weitere Messung der letzten Jahresringe den mutmaßlichen letztjährigen Zuwachs des fraglichen Baumes (Bestandes) bestimmen.

Da der einjährige Zuwachs eine von den Witterungsverhältnissen u. s. w. abhängige und darum sehr schwankende Größe ist, so ist es vorzuziehen, Z aus dem periodischen Durchschnittszuwachs zu berechnen, indem man z. B. aus dem Zuwachs der letzten 5 Jahre den Durchschnitt nimmt. Ist daher die gegenwärtige Holzmasse M, diejenige vor n Jahren = m, so ist der periodische Durchschnittszuwachs $\frac{M - m}{n}$. Setzt man $Z = \frac{M - m}{n}$

und die Masse vor einem Jahre, an welcher Z erfolgt, $M - \frac{M-m}{n}$, so ergiebt sich p etwas genauer, nämlich:

$$\left(M - \frac{M-m}{n}\right) : \frac{M-m}{n} = 100 : p \text{ oder } \frac{M.n - M + m}{n} : \frac{M-m}{n} =$$

$$= 100 : p \text{ und } p = \frac{M-m}{M\,(n-1)+m} \times 100.$$

Wir haben nun noch auf einige andere das Zuwachsprozent bestimmende Verhältnisse aufmerksam zu machen.

Wirft man nämlich einen Blick auf die Formel $p = \frac{m}{Z}$ oder $p = \frac{Z.100}{m}$, so findet man, daß das Zuwachsprozent nicht in allen Lebensaltern gleich sein kann, sondern daß dasselbe notwendig mit der Zunahme des Baumes- oder Bestandesalters sinken muß; denn der Nenner m der Gleichung vermehrt sich mit jedem Jahre um einen vollen Jahreszuwachs während der Zähler Z unter allen Umständen nur den letztjährigen Zuwachs des Baumes (Bestandes), d. h. wenn auch gerade keine konstante, so doch eine weniger stark veränderliche Größe vorstellt. Es wächst daher der Nenner m unter normalen Wachstumsverhältnissen fortwährend in einem weit größeren Verhältnis als der Zähler Z, welcher sogar in späteren Jahren wieder abzunehmen pflegt. Die Zuwachsprozente nehmen daher, da der Wert des Bruches mit dem Wachsen des Alters kleiner wird, fortwährend ab.

Hieraus ergiebt sich, daß die erfahrungsmäßig gesammelten Zuwachsprozente immer nur zur Berechnung des laufendjährigen Zuwachses solcher Bäume (oder Bestände) verwendet werden dürfen, welche gleichalterig mit jenen sind, für welche die Zuwachsprozente ihre Giltigkeit haben.

Man hat vorgeschlagen das Zuwachsprozent auch zur Berechnung des künftigen periodischen Zuwachses eines Baumes oder Bestandes zu benutzen, um aus letzterem und der gegenwärtigen Masse durch Addition die Holzmasse nach n Jahren zu bestimmen. Man geht hierbei von der Ansicht aus, daß der mittelst der gegenwärtigen Holzmasse und dem zugehörigen Zuwachsprozente berechnete laufende Zuwachs, mit der Anzahl Jahre der Zuwachsperiode multipliziert, den periodischen Zuwachs liefern würde. Diese Unterstellung ist jedoch nur für diejenige kurze Periode des Baum- oder Bestandeslebens ganz richtig, in welcher sich der laufende

Zuwachs gleich bleibt, sie führt aber zu größeren und kleineren Fehlern, im Falle derselbe noch im Steigen oder Fallen begriffen ist.

Beispiel. Nach unseren § 38 im Auszug mitgeteilten Ertragstafeln für die Rotbuche ist z. B. der laufende Zuwachs des Derb- und Reisholzes II. Bonität bis zum 55. Jahre noch im Steigen begriffen. Die Holzmasse im 20. Jahre ist 58,2 fm und das Zuwachsprozent zwischen 20 und 21 Jahren = 8,1; ebenso ist im 50. Jahre die Holzmasse 263,5 fm. Wollte man nun aus der gegenwärtigen Holzmasse im 20. Jahre und dem zugehörigen Zuwachsprozent den künftigen 30jährigen Zuwachs berechnen, so wäre dieser 58,2 × 0,081 × 30 = 141,4 fm, während er thatsächlich 263,5 — 58,2 = 205,3 fm ist, man erhält also ein um 63,9 fm zu kleines Resultat. Noch fehlerhafter wäre es gewesen, wenn man den Zuwachs aus der gegenwärtigen Holzmasse und dem in der Mitte der Zuwachsperiode gelegenen Zuwachsprozent berechnet hätte.

Weit günstiger gestalten sich die Resultate, wenn man den Zuwachs für eine Periode bestimmt, in welcher der laufende Zuwachs wenig differiert, wie z. B. in derselben II. Buchenbonität zwischen 70 und 90 Jahren. Berechnet man hier aus der Masse im 70. Jahre = 415,5 fm und dem zugehörigen Zuwachsprozent 1,7 den Zuwachs zwischen 70 und 90 Jahren, so erhält mon 415,5 × 0,017 × 20 = 140,7 fm, während in Wirklichkeit der Zuwachs zwischen dem 70. und 90. Jahre, da die Holzmasse im 90. Jahre 544,5 beträgt, sich auf 544,5 — 415,5 = 129,0 fm beziffert. Man erhält also nur um 11,7 fm zu viel.

Das Zuwachsprozent ist neben dem Alter aber auch noch von der Standortsgüte abhängig, wie sich solches aus unseren Zuwachstafeln ergiebt. So ist z. B. das Zuwachsprozent der Rotbuche:

		I. Bon.	II. Bon.	III. Bon.	IV. Bon.	V. Bon.
für Derbholz	im Jahre 60	2,3	2,8	3,2	4,1	5,6
„ Derb- und Reisholz	„ „ „	1,3	2,3	2,3	2,4	2,6

Die Zuwachsprozente steigen daher mit abnehmender Standortsgüte. Allerdings haben G. L. Hartig und Grebe ein umgekehrtes Resultat gefunden. Da aber beide Schriftsteller nicht angeben, wie sie zu ihren Resultaten gelangten, und da denselben jedenfalls kein genügendes eigenes Material zur Verfügung stand, so müssen diese Ergebnisse so lange bezweifelt werden, als deren Richtigkeit nicht nachgewiesen wird.

Endlich ist das Zuwachsprozent der Bäume auch noch von der mehr oder weniger dichten Stellung des Bestandes abhängig, in welchem derselbe erwachsen ist. Es kann nämlich durch stärkere Lichtungen in Beständen, oder gänzliche Freistellung der Bäume, in wenigen Jahren der oben geschilderte Verlauf der Zuwachsprozente wesentlich verändert werden. Während noch wüchsige Stämme in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen plötzlich infolge freierer Stellung stärkere Jahresringe anlegen, sucht man

durch zeitgemäße Durchforstungen eine raschere Massenmehrung hervorzurufen. Das Zuwachsprozent eines im Schlusse erwachsenen Baumes wird daher unter sonst gleichen Verhältnissen geringer als dasjenige eines schon mehrere Jahre im Lichtschlage oder im Oberstande eines Mittelwaldes stehenden Baumes sein. Schon G. L. Hartig rechnete darum auch für Bäume, welche im lichten Stande erwachsen waren, $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ Prozent mehr.

Für diejenigen, welche sich in früheren Jahren nicht eigene Erfahrungen über die Zuwachsprozente der Bäume und Bestände nach verschiedener Standorts- und Bestandesbeschafffenheit gesammelt haben, sind die Zuwachsprozente Fremder dann ohne hohen Wert, wenn sie nicht auch eine kurze Charakteristik der erwähnten Verhältnisse u. s. w. enthalten.

Am meisten Wert besitzt die Rechnung nach Zuwachsprozenten für solche Bäume (Bestände), welche dem Abtriebe schon nahe stehen, denen daher höchstens noch ein 5—10jähriger Zuwachs aufzurechnen ist. Insbesondere meinen wir hier die Zuwachsberechnung in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen und etwa im Oberstande des Mittelwaldes. Einige Instruktionen der Waldertragsregelung empfehlen die Aufrechnung des Zuwachses nach erfahrungsmäßigen Prozenten auch nur in dieser Richtung, und wir pflichten einer derartigen beschränkten Anwendung des Zuwachsprozentes ganz bei, im Falle man, wegen Mangel an Erfahrungen, nicht vorzieht, den Zuwachs in solchen Fällen durch einfache Aufrechnung des Gesamtalters-Durchschnittszuwachses für so viele Jahre zu bestimmen, als der Baum (Bestand) mutmaßlich noch wachsen wird.

Übrigens lassen sich die Zuwachsprozente in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen in wenigen Jahren mit genügender Genauigkeit ermitteln und für die Praxis verwerten. Die in solchen Schlägen fast jährlich vorkommenden Fällungen liefern eine genugsame Gelegenheit zur Auswahl geeigneter Probestämme u. s. w.

G. L. Hartig berechnete die Zuwachsprozente getrennt nach gutem, mittlerem und schlechtem Boden. Hoßfeld unterschied in dieser Beziehung nur Grade der Flach- und Tiefgründigkeit. Cotta machte keine derartigen Unterschiede, und v. Wedekind spricht sich ebenfalls (Seite 124 seiner Betriebsregulierung) gegen eine Ausscheidung der Zuwachsprozente nach verschiedenen Bodengütern aus, was jedoch nicht zu billigen ist.

Grebe (Forstbetriebsregulierung 1867, Seite 84) scheidet drei verschiedene Standortsgüten aus, indem er folgende, die mittleren Vorerträge berücksichtigende und für die nächsten 10 Jahre berechnete Zuwachsprozenttafel mitteilt und bei deren Anwendung noch weiter empfiehlt, bei lichterem Stande (Lichtschlägen 2c.) die Prozentziffern um 0,25 bis 0,50 zu erhöhen

Grebe's Zuwachsprozenttafel für Hochwaldbestände.

Holzart	Alter	Standort und Bestandeswuchs		
		gut	mittelmäßig	gering
	Jahre	Jährliche Zuwachsprozente inkluf. Vortrag		
Buchen	50— 60	5,2	4,1	3,0
	60— 70	3,7	3,0	2,3
	70— 80	2,5	2,0	1,6
	80— 90	2,0	1,7	1,3
	90—100	1,4	1,3	1,1
	100—110	1,2	1,0	0,7
	110—120	1,0	—	—
Fichten	50— 60	3,6	3,4	3,2
	60— 70	2,7	2,5	2,3
	70— 80	2,0	1,8	1,6
	80— 90	1,5	1,2	1,0
	90—100	1,2	1,0	—
	100—110	0,8	—	—
Kiefern	40— 50	4,6	3,8	3,2
	50— 60	3,2	3,0	2,8
	60— 70	2,4	2,0	1,6
	70— 80	1,5	1,8	1,0
	80— 90	1,0	0,9	—
	90—100	0,8	—	—

Burckhardt teilt in seinen „Hilfstafeln für Forsttaxatoren, 1. Heft, Hannover 1873", eine ähnliche Zuwachsprozenttafel mit.

Der Verlauf der Zuwachsprozente kann ferner in den Ertragstafeln meiner mehrerwähnten Schriften über die Fichte und die Rotbuche nachgesehen werden.

Auch in H. Cotta's Grundriß der Forstwissenschaft finden sich Zuwachsprozente für die acht wichtigsten deutschen Holzarten.

G. L. Hartig (Instruktion für die preußischen Forsttaxatoren) schreibt vor, daß das Maximum des anzunehmenden jährlichen Zuwachses an haubarem Holze folgende Prozentsätze nicht übersteigen soll:

Art des Waldbestandes sämtlich haubar	Auf gutem Boden		Auf Mittel-Boden		Auf schlechtem Boden	
	geschlossen bestanden	licht bestanden	geschlossen bestanden	licht bestanden	geschlossen bestanden	licht bestanden
	%	%	%	%	%	%
Hochwaldbestände:						
A. Eichen, Rotbuchen, Weißbuchen, Eschen, Rüstern, Ahorn	1,25	1,50	1,00	1,25	0,75	1,00
B. Birken und Erlen . . .	1,50	1,75	1,25	1,50	1,00	1,25
C. Aspen und Pappeln . .	2,00	2,25	1,75	2,00	1,25	1,50
D. Nadelhölzer	1,50	1,75	1,25	1,50	1,00	1,25
Niederwaldbestände:						
E. Eichen, Birken, Buchen u. s. w.	2,25	3,00	2,25	2,50	1,50	2,00
F. Erlen.	3,50	4,00	3,00	3,25	2,50	2,75
G. Aspen und Pappeln . .	4,00	4,25	3,50	3,75	3,00	3,25

Vor dem Gebrauch der Zuwachsprozente, wie sich solche noch in älteren Schriften finden, ist zu warnen, sie entbehren meist einer soliden Unterlage.

Aus der Größe des Zuwachsprozentes in irgend einem Jahre kann nicht direkt auf die absolute Größe des laufenden Zuwachses geschlossen werden, denn das Zuwachsprozent kann schon bedeutend gesunken sein und trotzdem kann der laufende Zuwachs noch steigen, wie solches aus unsern Ertragstafeln deutlich hervorgeht.

Die Darstellung des Zuwachses in Prozenten der gegenwärtigen Holzmasse hat vor andern Methoden den Vorzug, daß sie von der Größe der Bestandesflächen unabhängig ist, denn stets ist $Z = m \times p$. Wäre daher die Holzmasse eines Bestandes 20000 Festmeter gefunden und das Zuwachsprozent $p = 0{,}0138$ festgestellt worden, so wäre der jährliche Zuwachs $Z = 20000 \times 0{,}0138 = 276$ Festmeter, und wenn der Bestand nach 5 Jahren abgetrieben würde, der mutmaßliche Zuwachs der nächsten 5 Jahre $276 \times 5 = 1380$ Festmeter.

Man findet es noch zuweilen, daß Forstwirte den Massenzuwachs der Bäume und Bestände mit dem Zuwachsen von Geldkapitalien nach Zinseszinsen

vergleichen und daher unterſtellen, bei dem Holz erfolge Zuwachs von Zuwachs. Da nämlich ein Kapital K bei dem Zinsfuß (Zuwachsprozent) p in n Jahren zu der Summe

$$S = K \left(\frac{100 + p}{100}\right)^n = K \,.\, 1{,}0p^n$$

anwächſt, ſo glaubte man, auch die künftige Holzmaſſe eines Beſtandes nach derſelben Formel berechnen zu können.

So findet ſich z. B. in der Breymann'ſchen Waldwertberechnung noch folgende Aufabe: Iſt die gegenwärtige Holzmaſſe eines Beſtandes 2000 Feſtmeter (K) und das laufende Zuwachsprozent p = 1,5, ſo wächſt derſelbe in 25 Jahren zu der Summe $S = 2000 \left(\frac{100 + 1{,}5}{100}\right)^{25} = 2000 \,.\, 1{,}015^{25} = 2901{,}9$ Feſtmeter an.

Eine derartige Behandlung ſolcher Aufgaben ließe ſich natürlich nur rechtfertigen, wenn das Holz wirklich nach Zinſeszinſen, d. h. nach einer geometriſchen Reihe zuwüchſe und das Zuwachsprozent eines Baumes oder Beſtandes in der Periode, für welche die Zuwachsberechnung erfolgen ſoll, dasſelbe bliebe. Beide Vorausſetzungen treffen aber nicht zu.

Ein größerer Fehler würde in der That nur dann vermieden, wenn man den Zeitabſchnitt, für welchen der Zuwachs vorausbeſtimmt werden ſoll, nur ſehr kurz wählte, weil die Zuwachsprozente in wenigen Jahren nur eine geringe Abnahme zeigen. Der Hauptirrtum liegt aber in der Annahme, das Holz wachſe nach Zinſeszinſen zu. Wäre dieſes der Fall, dann müßten die einzelnen Glieder unſerer Zuwachs- oder Ertragstafeln ganz andere Zahlen, nämlich Zahlen, welche nach dem Geſetze einer geometriſchen Reihe aufſteigen, enthalten. Dies iſt aber nicht der Fall, denn zieht man z. B. immer das vordere Glied einer ſolchen Zuwachstafel von dem folgenden ab, ſo ſind die hierdurch entſtehenden Differenzen, wenn auch nicht ganz, ſo doch bei den hier maßgebenden haubaren und nahe haubaren Beſtänden nahe einander gleich, was beweiſt, daß das Holz mehr nach einer arithmetiſchen Reihe zuwächſt und der Zuwachs daher auch richtiger nach einer ſolchen beſtimmt wird.

Die Anſicht, bei dem Holze erfolge Zuwachs von Zuwachs und man könne den Zuwachs daher nach obigen oder ähnlichen Zinſeszinſenformeln berechnen, iſt daher falſch, man erhält nach ihnen immer ein zu hohes Reſultat.

Beiſpiel. Nach unſerer Buchenertragstafel II. Bonität liefert 1 ha im 40. Jahre 186,6 fm Derb- und Reisholz, das zugehörige Zuwachsprozent iſt = 4. Nach Zinſeszinſen würde dieſer Beſtand im 60. Jahre, alſo nach 20 Jahren enthalten müſſen: $180{,}6 \times 1{,}04^{20} = 186{,}6 \times 2{,}19 = 408{,}6$ fm, während er nach der Ertragstafel nur 343,4 fm beſitzt. Würde man die Zuwachsperiode noch länger machen, und z. B. in der gleichen Weiſe die Holzmaſſe für das 90. Jahr berechnen wollen, dann fände man $186{,}6 \times 1{,}04^{50} = 186{,}6 \times 7{,}11 = 1326{,}7$ fm, während in Wirklichkeit die Holzmaſſe in der Ertragstafel nur 544,5 fm beträgt, d. h. man fände um 782,2 fm zu viel!

Derartige Aufgaben sind daher keine Waldwertberechnungs-Aufgaben, sondern schlecht gewählte Übungsbeispiele aus der Zinseszins-Rechnung.

Vergleiche in dieser Beziehung auch Gustav Heyer über die Ermittlung des Alters, der Masse und des Zuwachses der Holzbestände, Dessau 1852.

Schließlich wollen wir an dieser Stelle noch auf einen für die Forsteinrichtung nicht unwichtigen Satz hinweisen.*) Bezeichnet nämlich A das Alter des Baumes (Bestandes) zur Zeit des höchsten Durchschnittsertrags, dann ist das im großen Ganzen abnehmende Massenzuwachsprozent der Hölzer im Alter A des höchsten Durchschnittsertrags auf einen Wert herabgesunken, der sich für den Hauptertrag durch die Formel $\frac{100}{A}$ ausdrücken läßt.

Beweis: Das Zuwachsprozent ist $p = \frac{Z.100}{m}$, daraus $Z = \frac{m.p}{100}$. Im Alter A des höchsten Durchschnittszuwachses ist aber der laufende Zuwachs Z = dem Durchschnittszuwachs, daher $Z = \frac{m}{A}$, folglich auch $\frac{m.p}{100} = \frac{m}{A}$ oder $p = \frac{100.m}{A.m} = \frac{100}{A}$.

Stellt sich nun bei einem xjährigen Bestand noch ein größeres Zuwachsprozent als $\frac{100}{A}$ heraus, so muß der Durchschnittszuwachs noch im Steigen sein, während derselbe von dem Augenblick an eine abnehmende Tendenz zeigt, als das Zuwachsprozent des fraglichen Bestandes unter $\frac{100}{A}$ herabsinkt.

B. Das Zuwachsprozent für Zwecke der Geldwirtschaft.

Betrachtet man die Bäume und Bestände als thätige Kapitalien und will man untersuchen, wie sich dieselben in der Wirtschaft, namentlich während einer längeren Reihe von Jahren verzinsen, dann liefern die unter A aufgestellten Formeln weniger genaue Resultate als die Rechnung mit Zinseszinsen.

Bekanntlich erreicht ein Kapital m bei dem Zinsfuß p und Unterstellung von Zinseszinsen in n Jahren die Summe $M = m\left(\frac{100+p}{100}\right)^n = m.1{,}0\,p^n$.

*) Vergleiche Preßler: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung von 1860.

Ist nun m die Masse eines Baumes vor n Jahren und M die gegenwärtige Holzmasse, und denkt man sich an dem Baume erfolge weder Qualitäts- noch Teuerungszuwachs, sondern die Masseneinheit von m koste jetzt und künftig gerade so viel als die von M, z. B. = 1, so kann man sich unter m und M zwei Geldkapitalien denken, deren Verzinsungsprozent p sich aus

$$M = m\left(\frac{100+p}{100}\right)^n$$

ableiten läßt. Es ist nämlich:

$$\left(\frac{100+p}{100}\right)^n = \frac{M}{m}, \text{ daraus } \frac{100+p}{100} = \sqrt[n]{\frac{M}{m}}; \text{ ferner}$$

$$100 + p = 100\sqrt[n]{\frac{M}{m}} \text{ und}$$

$$p = 100\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 100 = 100\left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right].$$

Beispiel: Die gegenwärtige Holzmasse eines Baumes sei 3,42, diejenige vor n = 10 Jahren sei m = 3,04 Festmeter, so ist das Verzinsungsprozent

$$p = 100\left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right] = 100\left[\sqrt[10]{\frac{3{,}42}{3{,}04}} - 1\right] = 1{,}19.$$

Nach derselben Formel läßt sich auch das Qualitäts- und Teuerungszuwachsprozent berechnen.

a. Qualitätszuwachs. Wie schon (Seite 438) erwähnt wurde, erfolgt derselbe, wenn bei gleichbleibenden Holzpreisen stärkeres Holz teurer bezahlt wird als schwächeres. Zieht man daher zu derselben Zeit von dem Preise der Masseneinheit Q eines älteren, besseren Sortimentes, denjenigen des n Jahre jüngeren q ab, so erhält man den Qualitätszuwachs und es ergiebt sich:

$$\text{das Qualitätszuwachsprozent} = 100\left[\sqrt[n]{\frac{Q}{q}} - 1\right].$$

Beispiel: Beträgt der Revierpreis pro Raummeter 60jährigen Kiefernholzes q = 3,8 M., und derjenige vom 80jährigen Holz Q = 5,2 M., so ist während dieser 20jährigen Periode

$$\text{das Qualitätszuwachsprozent} = 100\left[\sqrt[20]{\frac{5{,}2}{3{,}8}} - 1\right] = 1{,}58.$$

b. Teuerungszuwachs. Er erfolgt (Seite 438) durch die Änderung der Holpreise überhaupt und wird gemessen durch den Preis ein und desselben Sortiments in verschiedenen Zeiten. Kostet im Augenblick ein Festmeter Brennholz t und nach n Jahren T, so ist der Teuerungszuwachs für diese Periode T — t und demnach auch

$$\text{das Teuerungszuwachsprozent} = 100\left[\sqrt[n]{\frac{T}{t}} - 1\right].$$

Beispiel: Es sei der gegenwärtige Wert eines Festmeters Kiefernscheitholzes $t = 4$ M., und es werde vermutet, daß derselbe innerhalb $n = 10$ Jahre auf $T = 4{,}8$ M. steige, so ist

$$\text{das Teuerungszuwachsprozent} = 100\left[\sqrt[10]{\frac{4{,}8}{4{,}0}} - 1\right] = 1{,}84.$$

Die soeben entwickelten Prozentformeln können ohne Logarithmen nicht verwendet werden. Preßler stellte daher folgende Näherungsformel auf, welche keiner Logarithmen bedarf:

Der gegenwärtige Inhalt eines Baumes sei M, der vor n Jahren m, so ist der durchschnittliche periodische Massenzuwachs $\frac{M-m}{n}$. Preßler nimmt nun an, dieser jährliche Zuwachs $\frac{M-m}{n}$ erfolge weder an der Masse M, noch an m, sondern an dem arithmetisch-mittleren Massenvorrat

$$M - \left(\frac{M-m}{2}\right) = M - \frac{M+m}{2} = \frac{2M-M+m}{2} = \frac{M+m}{2}.$$

Unter dieser Voraussetzung läßt sich die Proportion aufstellen:

$$\frac{M+m}{2} : \frac{M-m}{n} = 100 : p \text{ oder}$$

$$p = \frac{\left(\frac{M-m}{n}\right) . 100}{\frac{M+m}{2}} = \frac{200}{n}\left(\frac{M-m}{M+m}\right).$$

Beispiel: Behält man dieselben Zahlen bei, welche wir bei der Formel $p = 100\left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right]$ anwendeten, so ist $p = \frac{200}{10}\left(\frac{3{,}42-3{,}04}{3{,}42+3{,}04}\right) = \frac{20 \times 0{,}38}{6{,}46}$ $= \frac{7{,}60}{6{,}46} = 1{,}18$; während die Zinseszinsenformel 1,19 ergab.

Ganz analog ergiebt sich auch das Qualitäts- und Teuerungszuwachsprozent unter Benützung der Zahlen der vorigen Formel, nämlich:

$$\text{Qualitätszuwachsprozent} = \frac{Q-q}{Q+q} \times \frac{200}{n} = \frac{5{,}2-3{,}8}{5{,}2+3{,}8} \times \frac{200}{20} = 1{,}555 \text{ und}$$

$$\text{Teuerungszuwachsprozent} = \frac{T-t}{T+t} \times \frac{200}{n} = \frac{4{,}8-4{,}0}{4{,}8+4{,}0} \times \frac{200}{10} = 1{,}818.$$

Wenn es nun auch, wie wir bereits (S. 468) gesehen haben, des schwankenden laufenden Zuwachses wegen, angemessen erscheint, bei Prozentrechnungen an Stelle des letztjährigen Zuwachses den durchschnittlichen periodischen Zuwachs $\frac{M-m}{n}$ zu setzen, so entspricht doch die Annahme, es erfolge letzterer an der Masse $\frac{M+m}{2}$, nicht

ganz den thatsächlichen Verhältnissen. Der letztjährige Zuwachs wird vielmehr richtiger aus dem größeren Holzvorratskapitel $M - \left(\frac{M-m}{n}\right)$ abgeleitet. Preßler mußte eben, um die logarithmische Berechnung zu umgehen, obige Unterstellung machen.

Die Preßler'sche Näherungsformel liefert stets etwas zu kleine Resultate, was schon aus vorstehenden Beispielen hervorgeht und von Kunze für den Fall, als M gegen m nicht allzugroß ist, allgemein nachgewiesen wurde*).

Kunze stellt zur Berechnung des Massenzuwachsprozentes noch eine weitere Formel auf, welche sich wie folgt ableiten läßt:*)

Der durchschnittliche Periodenzuwachs ist $\frac{M-m}{n}$. Das Kapital ein Jahr vor der Untersuchung $m + \frac{M-m}{n}(n-1)$; daher mittleres Kapital: $\frac{m + \frac{M-m}{n}(n-1) + m}{2}$. Es besteht daher die Proportion:

$$\frac{m + \frac{M-m}{n}(n-1) + m}{2} : \frac{M-m}{n} = 100 : p \text{ oder}$$

$$p = \frac{\frac{200(M-m)}{n}}{\frac{2.m.n + M.n - M + m - m.n}{n}} = \frac{200(M-m)}{m.n + M.n - M + m} \text{ und}$$

$$p = \frac{200(M-m)}{M(n-1) + m(n+1)}.$$

Setzt man in letzter Formel $n = 1$, so geht dieselbe über in:

$p = \frac{200(M-m)}{M(1-1) + m(1+1)} = \frac{200(M-m)}{2m} = \frac{Z}{m} \times 100$; d. h. man erhält den bereits Seite 468 besprochenen einfachen Ausdruck.

Seither haben wir von den Formeln für die Berechnung des Zuwachsprozentes nur im Allgemeinen und für den Fall gehandelt, daß M und m nach dem Sektionsverfahren oder einer verwandten Methode berechnet werden. Preßler stellte nun noch Betrachtungen darüber an, welche Änderungen die Formeln erfahren, wenn man das Zuwachsprozent am „zuwachsrecht" entgipfelten Stamme aus der Mittenstärke (ge-

*) Vergl. dessen Holzmeßkunst, Seite 228.

naue Zuwachsmessung) oder an stehenden Bäumen aus der Grundstärke (eingrenzende Zuwachsmessung) ableitet. Dieselben sollen jetzt noch kurz besprochen werden:

a. Ermittlung des Massenzuwachsprozentes am „zuwachsrecht" entgipfelten Stamme (genaue Zuwachsmessung nach Preßler).

Wird der Stamm zuwachsrecht entgipfelt und nennt man den gegenwärtigen mittleren Durchmesser des entgipfelten Stammes (ohne Rinde) D_1, denjenigen vor n Jahren d, die Länge desselben = h, so ist die gegenwärtige Masse M des entgipfelten Stammes $M = \frac{\pi D_1^2}{4} . h = G . h$ und die vor n Jahren $m = \frac{\pi}{4} d^2 . h = g . h$, wenn G und g die mittleren Grundflächen ausdrücken. Setzt man daher diese Werte in die Preßler'sche Näherungsformel $p = \frac{(M - m)}{(M + m)} \times \frac{200}{n}$, so geht sie über in:

$$p = \frac{G . h - g . h}{G . h + g . h} \times \frac{200}{n} = \frac{G - g}{G + g} \times \frac{200}{n},$$

d. h. bei dem zuwachsrecht entgipfelten Baum ist das Massenzuwachsprozent gleich dem Flächenzuwachsprozent der Mittelflächen.*)

Nach Schwappach**) sollen Untersuchungen über die Höhen, in welchen das Flächenzuwachsprozent dem Massenzuwachsprozent gleich wird, ergeben haben, daß dieses infolge der Formveränderung des Schaftes keineswegs immer in der Mitte des zuwachsrecht entgipfelten Stammes der Fall ist, sondern erhebliche Schwankungen vorkommen und im allgemeinen der betr. Querschnitt bei 0,40—0,45 der Totalhöhe liegt. — Preßler hat daher auch schon vorgeschlagen, bei der Entgipfelung nicht um n Höhentriebe, sondern um 1,3 n bis 1,5 n Höhentriebe zurückzugehen. — Bei sehr alten Bäumen sogar um 2 n bis 3 n.

---

*) Setzt man in die Formel $p = \left[\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right]$ statt $M = G . h$ und für $m = g . h$, dann geht sie ebenfalls über in:

$$p = 100\left[\sqrt[n]{\frac{G . h}{g . h}} - 1\right] = 100\left[\sqrt[n]{\frac{G}{g}} - 1\right].$$

**) Leitfaden zur Holzmeßkunde, 1889, Seite 134.

Selbstverständlich läßt sich, da $G = \frac{\pi D_1^2}{4}$ und $g = \frac{\pi d^2}{4}$ ist, obige Formel auch ausdrücken durch:

$$p = \frac{\frac{\pi D_1^2 . h}{4} - \frac{\pi d^2}{4} . h}{\frac{\pi D_1^2 . h}{4} + \frac{\pi d^2}{4} . h} \times \frac{200}{n} = \frac{D_1^2 - d^2}{D_1^2 + d^2} \times \frac{200}{n}.$$

Um die mit dieser Formel verbundenen Rechnungen durch Einführung von Tabellen zu ersparen, hat Preßler an derselben nachfolgende Änderungen vorgenommen. Setzt man $D_1 - d = a$ und den Quotienten $\frac{D_1}{a} = q$, von Preßler relativer Durchmesser genannt, so ist $D_1 = a . q$ und ebenso $d = D_1 - a = aq - a = a (q - 1)$. Werden die Werte von D_1 und d in obige Formel gesetzt, so ist:

$$p = \frac{a^2 . q^2 - a^2 (q-1)^2}{a^2 . q^2 + a^2 (q-1)^2} \times \frac{200}{n} = \frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \times \frac{200}{n}.$$

Beispiel: Es sei der gegenwärtige Mittendurchmesser $D^1 = 0{,}40$ m, derjenige vor $n = 10$ Jahren $d = 0{,}35$ m, so ist $D_1 - d = a = 0{,}40 - 0{,}35 = 0{,}05$ und $\frac{D_1}{a} = q = \frac{0{,}40}{0{,}05} = 8$, daher

$$q = \frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \times \frac{200}{n} = \frac{8^2 - 7^2}{8^2 + 7^2} \times \frac{200}{10} = \frac{64 - 49}{64 + 49} \times 20 = \frac{15}{113} \times 20 =$$

$$= \frac{300}{113} = 2{,}66.^*)$$

In Preßler's „Neuen Holzwirtschaftlichen Tafeln" sind nun für die relativen Durchmesser $\frac{D_1}{a} = q$ von 2 bis 300 die Werte $\frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} . 200$ schon vorausberechnet. Man hat daher nur notwendig, bei jedem Falle den relativen Durchmesser $\frac{D_1}{a}$ zu berechnen, denselben dann in der entsprechenden Tafel aufzusuchen, so giebt die nebenstehende Zahl das n jährige Zuwachsprozent unmittelbar an, welches man dann nur noch mit n zu dividieren braucht, um das einjährige Zuwachsprozent zu erhalten. Für vorstehendes Beispiel, wo $q = 8$ ist, steht z. B. in den Tafeln neben dem jetzigen relativen Durchmesser 8 die Zahl 26,6, die mit 10 dividiert ebenfalls 2,66 Prozent giebt.

Über den Grad der Genauigkeit, welchen die Ermittlung des Massezuwachsprozentes aus dem zuwachsrecht entgipfelten Baum und den Mittenstärken liefert, haben wir uns bereits § 67 ausgesprochen. Da hier das Zuwachsprozent nur auf Grund der gegenwärtigen Mittenstärke und derjenigen vor n Jahren berechnet

*) Zu demselben Resultat gelangt man natürlich nach Formel:

$$p = \frac{G - g}{G + g} \times \frac{200}{n} = \frac{0{,}126 - 0{,}096}{0{,}126 + 0{,}096} \times \frac{200}{10} = \frac{0{,}030}{0{,}222} \times 20 = 2{,}66.$$

wird, so kann es sich nur um eine näherungsweise richtige Methode handeln, über deren Leistungen nicht eher wird definitiv abgesprochen werden können, bis man eine hinreichende Anzahl von Versuchen mit allen möglichen Holzarten und unter Berücksichtigung verschiedener Wuchs- und Standortsverhältnisse mit derselben wird angestellt haben.

b. Ermittlung des Massenzuwachsprozents stehender Bäume aus Grundstärke (eingrenzende Zuwachsschätzung nach Preßler).

Es sind, wenn auch selten, Verhältnisse denkbar, unter welchen man das Zuwachsprozent nicht am liegenden Probestamm durch direkte Messung ermitteln kann, sondern am stehenden Baum bestimmen muß. Preßler schlägt daher zur Lösung dieser Frage ein Verfahren vor, dessen Grundzüge zwar im Allgemeinen den älteren König'schen Ansichten entlehnt sind, was sich aber zur Aufgabe stellt, die letzteren zu vervollständigen.

Ist der gegenwärtige Durchmesser des stehenden Baumes in dem vom Wurzelanlauf freien Meßpunkte D, und derjenige vor n Jahren d, sind ferner die diesen entsprechenden Grundflächen G und g und nimmt man an, die Massen M (des gegenwärtigen Baumes) und m (des Baumes vor n Jahren) verhielten sich wie die zugehörigen Grundflächen G und g, so würde die Prozentformel offenbar dieselbe wie am liegenden Baum (unter a) sein, nämlich:

$$p = \frac{D^2 - d^2}{D^2 + d^2} \times \frac{200}{n} \text{ oder } p = \frac{q^2 - (q-1)^2}{q^2 + (q-1)^2} \times \frac{200}{n} \ldots . 1.$$

Nach Preßler trifft diese Annahme für den nach ihm fast unmöglichen Fall zu, es erfolge an den Bäumen weder Höhen- noch Formzuwachs.*) Es soll daher auch die Formel 1 die unterste Grenze des überhaupt möglichen Zuwachsprozentes angeben.

Anders gestaltet sich die Formel aber, wenn man Höhenzuwachs während n Jahren unterstellt, die Formzahl aber als gleichbleibend annimmt. Es lassen sich dann die Inhalte M und m, wenn H und H', f und f' die zugehörigen Höhen- und Formzahlen vorstellen, wie folgt ausdrücken:

$$M = \frac{\pi D^2}{4} . H . f \text{ und } m = \frac{\pi d^2}{4} . H' . f'.$$

*) Erfolgt nämlich keine Höhen- und Formveränderung, dann ist allerdings:

$$p = \frac{M - m}{M + m} \times \frac{200}{n} = \frac{\frac{\pi D^2}{4} . h . f - \frac{\pi d^2}{4} . h . f}{\frac{\pi D^2}{4} . h . f + \frac{\pi d^2}{4} . h . f} \times \frac{200}{n} = \frac{D^2 - d^2}{D^2 + d^2} \times \frac{200}{n}.$$

Werden diese beiden Gleichungen miteinander dividiert, so ist:

$\frac{M}{m} = \frac{\frac{\pi}{4} . D^2 . H . f}{\frac{\pi}{4} . d^2 . H' . f'}$, und unter der Voraussetzung, daß sich die Formzahlen nicht ändern, also $f = f'$ ist:

$$M : m = D^2 . H : d^2 . H'.$$

Es wird nun weiter unterstellt, der Höhenwuchs sei proportional dem Stärkewuchs, d. h. es verhalte sich $D : d = H : H'$. In diesem Falle ist $H = \frac{D . H'}{d}$, oder, wenn man diesen Wert substituiert:

$$M : m = \frac{D^2 . D . H'}{d} : d^2 . H' \text{ oder}$$

$$M : m = D^3 : d^3 \text{ und } m = \frac{M . d^3}{D^3}.$$

Fügt man endlich in die bekannte Prozentformel

$p = \frac{M - m}{M + m} \times \frac{200}{n}$ den Wert von m ein, so ergiebt sich

$$p = \frac{M - \frac{M . d^3}{D^3}}{M + \frac{M . d^3}{D^3}} \times \frac{200}{n} = \frac{\frac{M . D^3 - M . d^3}{D^3}}{\frac{M . D^3 + M . d^3}{D^3}} \times \frac{200}{n} =$$

$$= \frac{M (D^3 - d^3)}{M (D^3 + d^3)} \times \frac{200}{n} = \frac{D^3 - d^3}{D^3 + d^3} \times \frac{200}{n}.$$

Setzt man auch hier wieder $D - d = a$, $\frac{D}{a} = q$, also $D = aq$ und $d = D - a = aq - a = a (q - 1)$, dann erhält man:

$$p = \frac{a^3 . q^3 - a^3 (q - 1)^3}{a^3 . q^3 + a^3 (q - 1)^3} \times \frac{200}{n} = \frac{q^3 - (q - 1)^3}{q^3 + (q - 1)^3} \times \frac{200}{n} \quad \ldots . \; 2.$$

Beispiel. Behalten wir dieselben Zahlen wie im letzten Beispiele bei, setzen daher $D = 0{,}40$ m und $d = 0{,}35$ m, also $D - d = a = 0{,}40 - 0{,}35 = 0{,}05$ m, ferner $q = \frac{D}{a} = \frac{0{,}40}{0{,}05} = 8$ und $n = 10$, so ist:

$$p = \frac{8^3 - (8 - 1)^3}{8^3 + (8 - 1)^3} \times \frac{200}{10} = \frac{512 - 343}{512 + 343} \times 20 = \frac{169}{855} \times 20 = 3{,}96.$$

Bei Aufstellung der vorstehenden Formel 2 wurde zwar Höhenwuchs aber keine Zunahme der Formzahl unterstellt. Da jedoch die Jahresringbreiten nach Preßler längs des unbeasteten Teiles des Baumschaftes von der Grundstärke aus nach den Ästen zu breiter werden sollen, eine Annahme, die für freier stehende Bäume noch einer näheren Begründung bedarf, so unterstellt Preßler bei dem unbeasteten Teile des Schaftes

auch eine Zunahme der Formzahl,*) woraus er dann weiter folgert, daß die Formel $p = \frac{q^3 - (q-1)^3}{q^3 + (q-1)^3} \times \frac{200}{n}$ noch nicht das Maximum des überhaupt denkbaren Zuwachses ausdrücken kann, für welches er in der That in seinen „neuen holzwirtschaftlichen Tafeln" die Formel

$$p = \frac{q^{3^1/_3} - (q-1)^{3^1/_3}}{q^{3^1/_3} + (q-1)^{3^1/_3}} \times \frac{200}{n}$$ aufgestellt hat.

Da die Unterschiede zwischen den Zuwachsprozenten, je nachdem man von der Formel $\frac{q^2-(q-1)^2}{q^2+(q-1)^2} \times \frac{200}{n}$ oder $\frac{q^3-(q-1)^3}{q^3+(q-1)^3} \times \frac{200}{n}$ ausgeht, immer noch sehr groß sind, so fand Preßler für gut, zwischen die beiden Formeln auf dem Wege einfacher arithmetischer Interpolation noch zwei Mittelwerte einzufügen, welche nahezu aus den Ausdrücken

$$\frac{q^{2^1/_3} - (q-1)^{2^1/_3}}{q^{2^1/_3} + (q-1)^{2^1/_3}} \times \frac{200}{n} \text{ und } \frac{q^{2^2/_3} - q^{2^2/_3}}{q^{2^2/_3} + q^{2^2/_3}} \times \frac{200}{n}$$

folgen.

Hiernach gelten also für die Bestimmung des Zuwachsprozentes stehender Bäume aus der Grundstärke je nach den vorliegenden Wachstumsverhältnissen folgende fünf Formeln:

$$\frac{q^2-(q-1)^2}{q^2+(q-1)^2} \times \frac{200}{n} \text{ (Minimum.)}$$

$$\frac{q^{2^1/_3} - (q-1)^{2^1/_3}}{q^{2^1/_3} + (q-1)^{2^1/_3}} \times \frac{200}{n}$$

$$\frac{q^{2^2/_3} - (q-1)^{2^2/_3}}{q^{2^2/_3} + (q-1)^{2^2/_3}} \times \frac{200}{n}$$

$$\frac{q^3-(q-1)^3}{q^3+(q-1)^3} \times \frac{200}{n} \text{ und}$$

$$\frac{q^{3^1/_3} - (q-1)^{3^1/_3}}{q^{3^1/_3} + (q-1)^{3^1/_3}} \times \frac{200}{n} \text{ (Maximum.)}$$

Die erste Formel drückt das kleinste Zuwachsprozent aus und soll für den im Ganzen seltenen Fall angewendet werden, daß an dem Baum weder Höhen- noch Formzuwachs stattfindet, die letzte Formel dagegen ergiebt das höchste Zuwachsprozent, und setzt einen Baum mit vollem Form-

*) Aus dem Umstande, daß die Jahrringe sich nach oben verbreitern, darf noch nicht auf eine höhere Formzahl geschlossen werden; im Gegenteil, es nehmen die Formzahlen bei lebhaftem Längenwuchs, trotz zunehmender Jahrringbreite nach oben, beträchtlich ab.

und Höhenzuwachs voraus,*) bei welchem die Krone erst bei 0,7 — 0,8 der Baumhöhe angesetzt ist und der Höhenwuchs proportional dem Stärkewuchs erfolgt. Zwischen diese beiden Extreme lagern sich dann die drei übrigen Formeln hinein, über deren Wahl in jedem einzelnen Fall eine gutächtliche Schätzung entscheiden soll, bei welcher die vorliegenden Längenwuchsverhältnisse, sowie die Höhe des Kronenansatzes vorzugsweise ins Auge zu fassen sind.

Um die Rechnung nach vorstehenden Formeln nicht in jedem einzelnen Falle ausführen zu müssen, hat Preßler für alle fünf Formeln und für die vorkommenden relativen Durchmesser die Zuwachsprozente für n Jahre in einer besonderen Tafel im Voraus schon berechnet, so daß man nur in der bereits angegebenen Weise den relativen Durchmesser $\frac{D}{a} = q$ zu ermitteln braucht, um mittelst desselben die njährigen Zuwachsprozente direkt ablesen zu können, die dann durch n dividiert, das jährliche Zuwachsprozent liefern. Die Durchmesser D und d am Meßpunkt sollen mit Hilfe des bereits beschriebenen Zuwachsbohrers gemessen werden.

Wirft man einen Blick auf die vorstehenden „flotten" Zuwachsprozentformeln, so macht man leider die Wahrnehmung, daß sie auf gar zu viel „wenn und aber", Voraussetzungen und Unterstellungen beruhen. Es ist ungemein schwierig, jedem stehenden Baum immer anzusehen, ob er keinen, einen mittleren oder vollen Höhenwuchs besitzt, oder noch mehr, ob und in welchem Maße die Formzahl desselben abnimmt, gleich bleibt oder im Wachsen begriffen ist. Jedenfalls kann der Unterstellung, es könne bei vollem Höhenzuwachs auch voller Formzuwachs erfolgen, nicht zugestimmt werden, weil alle neueren Formuntersuchungen die stärkste Abnahme der Formzahlen gerade in der Periode des größten Höhenwuchses ergeben haben. Höchstens zeigen alte, haubare Bestände wieder eine kleine Zunahme der Formzahl, dann aber ist der Höhenwuchs ein ganz geringer.

Die richtige Einschätzung der Zuwachsklasse nach Preßler'scher Vorschrift scheint uns daher eine sehr bedenkliche Aufgabe für den Taxator zu sein und so lange eine hinreichende Anzahl von sachgemäß angestellten Versuchen die Brauchbarkeit der geschilderten Zuwachsmethode nicht be-

*) In dieser Annahme liegt ein innerer Widerspruch. Insbesondere besteht kein gesetzlicher Zusammenhang zwischen Länge- und Massezuwachs. Der Höhenwuchs kann schon sehr bedeutend gesunken sein, während der laufendjährige Massenzuwachs noch nicht einmal sein Maximum erreicht hat.

stätigen, möchten wir nicht raten, dieselben in der forstlichen Praxis zu verwerten. Jedenfalls vermögen wir nicht einzusehen, warum die umständlich gewonnenen Formeln genauere Resultate, als die § 68 geschilderten einfachen Formzahlmethoden liefern sollen. Wir sind überhaupt nicht dafür, wenn es sich um nähere Untersuchung der in den Waldungen stockenden Wirtschaftskapitalien hinsichtlich ihrer Rentablität handelt, die Massenzuwachsprozente an einzelnen Bäumen festzustellen, glauben vielmehr, daß dieselben mittelst lokaler Ertragstafeln berechnet werden sollten, welche sich auf verschiedene Holzarten und Bonitäten beziehen. Zur Berechnung des künftigen periodischen Zuwachses haubarer oder nahe haubarer Bestände, zum Zwecke der Festsetzung des künftigen Masseetats dürfte aber vielfach der Haubarkeitsdurchschnittszuwachs genügen.

Schließlich sei noch bemerkt, daß die soeben entwickelten Formeln nur zur Berechnung des Zuwachsprozentes der letzt verflossenen n Jahre dienen sollen (Zuwachsprozent nach rückwärts). Handelt es sich darum, das Zuwachsprozent für die kommenden n Jahre zu bestimmen (Zuwachsprozent nach vorwärts), dann muß natürlich aus der Breite der Zuwachsringe der letzten n auf die nächsten n Jahre geschlossen werden und die Zuwachsberechnung verliert noch mehr ihre sichere Grundlage. Nur so viel wird man ziemlich sicher annehmen können, daß, wenn nicht wirtschaftliche Maßregeln den seitherigen Zuwachsgang wesentlich modifizieren, das künftige Zuwachsprozent kleiner als das seitherige sein wird.

Bezeichnet daher M die gegenwärtige, M_1 die künftige Holzmasse, D den gegenwärtigen und D_1 den künftigen Durchmesser des Baumes im Meßpunkt und n die Zuwachsperiode, so ist das künftige Zuwachsprozent

$$p^1 = \frac{M_1 - M}{M_1 + M} \times \frac{200}{n}.$$

Ebenso werden sich, für den Fall daß weder Form- noch Höhenzuwachs erfolgt, die Inhalte M_1 und M wie ihre Kreisflächen oder wie die Quadrate ihrer Durchmesser verhalten und die Minimalformel für das künftige Zuwachsprozent wird sein:

$$p' = \frac{D^2_1 - D^2}{D^2_1 + D^2} \times \frac{200}{n}.$$

Setzt man auch hier wieder $D_1 - D = a_1$ und $\frac{D}{a'} = q_1$, oder $D = a_1 . q_1$ und $D_1 = D + a_1 = a_1 . q_1 + a_1 = a_1 (q_1 + 1)$, so geht letzte Formel über in:

$$p' = \frac{a_1^2 (q_1 + 1)^2 - a_1^2 . q_1^2}{a_1^2 (q_1 + 1)^2 + a_1^2 . q_1^2} \times \frac{200}{n} = \frac{(q_1 + 1)^2 - q_1^2}{(q_1 + 1)^2 + q_1^2} \times \frac{200}{n}.$$

Ganz in derselben Weise wie vorhin findet man für vorhandenen Höhenwuchs und fehlenden Formzuwachs die Formel:

$$p' = \frac{(q_1 + 1)^3 - q_1^3}{(q_1 + 1)^3 + q_1^3} \times \frac{200}{n}.$$

und durch arithmetische Interpolation gerade wie vorhin (Seite 483) noch drei weitere analoge Formeln für die Zwischenstufen. Auch für diese fünf Formeln hat Preßler für die gegebenen relativen Durchmesser die n jährigen Zuwachsprozente fertig in einer Tafel berechnet, dieselben aber zur leichteren Unterscheidung mit „n jähriges Massenzuwachsprozent vorwärts" bezeichnet, während die sich auf den Zuwachs der verflossenen Zuwachsperiode beziehenden Zahlen mit „n jähriges Massenzuwachsprozent rückwärts" überschrieben sind.

In der ersten Auflage dieser Schrift behandelten wir noch die König'schen Ansichten über die Ermittlug der Massenzuwachsprozente, welche zu den Preßlerschen Anschauungen offenbar die Grundlage abgaben, in ziemlichem Umfange. Die König'sche Zuwachslehre findet sich schon in Laurop's Jahrbüchern, III. Heft von 1823, sie ging von da in die verschiedenen Auflagen der König'schen Forstmathematik und in seine forstlichen Hilfstafeln über. Die König'schen Formeln gründen sich auf die weit umständlichere Umfangsmessung, die ganze Darstellung derselben ist unklar und schwulstig, so daß wir den Preßlerschen Entwicklungen, welche sich auf die Stammdurchmesser gründen, überdies verschiedene Zusätze und Verbesserungen enthalten, den Vorzug einräumen. Wir hoffen daher, daß die Weglassung der König'schen Zuwachslehre in dieser Schrift uns nicht zum Vorwurfe gemacht werde, denn etwas muß von Zeit zu Zeit aufgeräumt werden, wenn sich nicht allzu viel altes und wenig brauchbares Material in einer Wissenschaft anhäufen soll.

c. Zuwachsprozentformel nach Schneider.

Auch Professor Schneider, früher an der Forstakademie in Eberswalde, hat eine Formel für die Berechnung des Zuwachsprozentes mitgeteilt.*) Dieselbe ist offenbar den König'schen Anschauungen über Zuwachsermittelung entsprungen. Da die fragliche Formel in neuerer Zeit wieder in der Litteratur genannt wird,**) so wollen wir das Wesen derselben kurz auseinander setzen, obgleich auch sie teilweise auf unrichtigen Voraussetzungen beruht.

Schneider geht bei der Entwicklung seiner Formel von der nicht ganz zutreffenden Voraussetzung aus, daß an dem Baume der Höhenwuchs fehle und die Formzahl während der Zuwachsperiode eine Änderung

*) Forstkalender für Preußen von 1853.

**) Dankelmann, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1869, Seite 11 und f. sowie 1880, Seite 457.

nicht erleide. Er gründet seine Zuwachsberechnung daher auf die Zunahme der Durchmesser, resp. Kreisflächen. Als Maßstab für den Stärkezuwachs betrachtet Schneider den Quotienten, welcher sich ergiebt, wenn man den Zuwachs von der Stärke eines Zolles durch die Anzahl Jahre dividiert, welche der Baum braucht, um im Radius einen Zoll dicker zu werden. Ist nun der gegenwärtige Durchmesser in Brusthöhe D, die Stärke des letztjährigen Zuwachsringes $\frac{1}{n}$ der Maßeinheit (Zoll, Centimeter), so war der Durchmesser vor einem Jahre $D - \frac{2}{n}$, und der nach einem Jahr wird $D + \frac{2}{n}$ sein. Bezeichnet man die gegenwärtige Höhe des Baumes mit h, die Formzahl mit f, so ist

$$\text{die jetzige Baummasse} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h \cdot f}{4} \text{ und}$$

$$\text{die vorjährige } \text{„} = \frac{\pi}{4}\left(D - \frac{2}{n}\right)^2 h \cdot f;$$

folglich die Differenz zwischen beiden d. h. der letztjährige Massenzuwachs:

$$\frac{\pi \cdot D^2 \cdot h \cdot f}{4} - \frac{\pi}{4}\left(D - \frac{2}{n}\right)^2 h \cdot f =$$

$$= \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h \cdot f}{4} - \frac{\pi}{4} \cdot h \cdot f\left(D^2 - \frac{4D}{n} + \frac{4}{n^2}\right) = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h \cdot f}{4} -$$

$$- \frac{\pi \cdot h \cdot f \cdot D^2}{4} + \frac{4 \cdot \pi \cdot h \cdot f \cdot D}{4n} - \frac{\pi}{4} \cdot h \cdot f \frac{4}{n^2} = \frac{\pi \cdot h \cdot f}{4}\left(\frac{4D}{n} - \frac{4}{n^2}\right).$$

Das Zuwachsprozent ergiebt sich nun aus der Proportion:

Jetzige Masse: letztjährem Zuwachs = 100 : p, oder

$$\frac{\pi \cdot D^2 \cdot h \cdot f}{4} : \frac{\pi \cdot h \cdot f}{4}\left(\frac{4D}{n} - \frac{4}{n^2}\right) = 100 : p. \text{ daraus}$$

$$D^2 : \left(\frac{4D}{n} - \frac{4}{n^2}\right) = 100 : p \text{ und}$$

$$p = \left(\frac{400\,D}{n} - \frac{400}{n^2}\right) : D^2 = \frac{400}{n \cdot D} - \frac{400}{n^2 \cdot D^2}.$$

Berechnet man das Zuwachsprozent aus dem nächstjährigen Zuwachs, d. h. aus dem Durchmesser $D + \frac{2}{n}$, dann erhält man in gleicher Weise den Ausdruck:

$$p = \frac{400}{n \cdot D} + \frac{400}{n^2 \cdot D^2}.$$

Da aber der Ausdruck $\frac{400}{n^2 . D^2}$ gegenüber von $\frac{400}{n . D}$ eine kleine Größe ist, so kann er unberücksichtigt bleiben und man erhält dann den allerdings sehr einfachen Ausdruck $p = \frac{400}{n . D}$, welcher das Mittel aus dem vorjährigen und nächstjährigen Zuwachs, unter Annahme gleich bleibender Jahresringsbreiten, darstellt.

Die Formel gründet sich, wie bereits bemerkt, auf die Voraussetzung, es ändere sich an dem Baume weder die Form noch die Höhe. Da aber diese Annahme bei noch zuwachsfähigen Bäumen nicht gemacht werden darf, so leidet sie auch bezüglich des Ermittelns des künftigen Zuwachses der Bäume an den gleichen Gebrechen, wie die analogen Formeln von König und Preßler.

Schneider schlug daher auch vor, für Stämme mit vollem Höhenwuchs, im Falle sie unter 18 Zoll Durchmesser besitzen, die Hälfte, bei solchen über 18 Zoll aber $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$ des nach der Formel $\frac{400}{n . D}$ gefundenen Prozentes zuzusetzen und darnach auch Stämme mit mittlerem Höhenwuchs zu behandeln. Unterstellt man eine volle Höhenzunahme, welche dem Stärkezuwachs proportional ist, dann verhalten sich die Massen wie die dritten Potenzen der Durchmesser und man erhält für diese Unterstellung eine Formel, welche höhere Prozente liefert, nämlich $p = \frac{600}{n . D}$. Diese Formel entspricht dem König'schen Maximalwerte.

Unterstellt man endlich ein Zunehmen der Höhen wie die Quadrate der Durchmesser (Parabel), dann wachsen die Massen der zu vergleichenden Bäume wie die vierten Potenzen der Durchmesser und man findet dem entsprechend die Prozentformel: $p = \frac{800}{n . D}$. Da die bei den verschiedenen Formeln gemachten Annahmen in den vorkommenden konkreten Fällen schwer festzustellen sind, auch die Konstante zwischen den sehr weiten Grenzen 400 und 800 liegt, und die sich fortwährend ändernde Formzahl unberücksichtigt bleibt, so vermögen wir denselben keinen großen praktischen Wert zuzusprechen.*)

*) Eine eingehende Besprechung dieses Gegenstandes durch Dr. Stötzer findet sich in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Dankelmann, Jahrg. 1880, Seite 457 u. f. Desgleichen in derselben Zeitschrift: Schwappach, über Zuwachsprozente; sowie in dessen Leitfaden zur Holzmeßkunde, Seite 138—142 Berlin 1889.

5. Die Ermittlung des Massenzuwachses nach dem Gesamtalters-Durchschnittszuwachs.

§ 70.

Wie schon § 62 B. 2. d. bemerkt wurde, findet man den Gesamtalters-Durchschnittszuwachs, wenn man die gegenwärtige Holzmasse eines Baumes oder Bestandes durch dessen Alter dividiert. Hat ein Baum z. B. im 50. Jahre 2,60 Festmeter Holzmasse, so ist sein Durchschnittszuwachs $\frac{2{,}60}{50} = 0{,}052$ Festmeter; hätte er aber im 60. Jahre 3,30 Festmeter, so wäre sein Durchschnittszuwachs in diesem Jahre $= \frac{3{,}30}{60} =$ $= 0{,}055$ Festmeter u. s. w.

Dürfte man nun annehmen, der gegenwärtige Gesamtalters-Durchschnittszuwachs des 60jährigen Baumes (0,055 Festmeter) käme dem künftigen laufenden Zuwachs einer gewissen Lebensperiode etwa vom 60. bis 70. Jahre gleich, so hätte man hiermit das allereinfachste Verfahren für die Berechnung des periodischen Zuwachses gefunden, denn man wüßte, der jetzt 60jährige Baum würde z. B. in 10 Jahren $0{,}055 \times 10 = 0{,}55$ Festmeter zuwachsen, also im 70. Jahre eine Masse von $3{,}30 + 0{,}55 = 3{,}85$ Festmeter besitzen.

Wir wollen nun noch kurz betrachten, unter welchen Verhältnissen diese Annahme gemacht werden darf, ohne die Richtigkeit und Brauchbarkeit des Resultates für praktische Zwecke wesentlich zu beeinflussen. Die Lösung dieser Frage ist an das Verhältnis geknüpft, welches zwischen dem laufendjährigen und Gesamtalters-Durchschnittszuwachs besteht, worauf wir in § 62 C. schon hingewiesen haben.

Aus jener Betrachtung und aus unsern Seite 273—277 mitgeteilten Ertragstafeln geht hervor, daß in den ersten Lebensperioden der jährliche Zuwachs sehr gering ist, dann allmählich zu steigen beginnt, endlich sein Maximum erreicht und von hier an erst langsamer und dann wieder rascher fällt. Das Maximum des laufenden Massenzuwachses tritt im Bestande um so später ein, je schlechter die Bonität ist, und wird bei in lichter Stellung erwachsenen Bäumen ebenfalls weiter hinausgeschoben. Es hat sich weiter ergeben, daß auch der Gesamtalters-Durchschnittszuwachs einen ähnlichen Wachstumsgang zeigt, aber doch insofern abweicht, als er im Anfang hinter dem laufenden Zuwachs zurückbleibt, so daß letzterer schon fallen kann, während der erstere noch steigt und daß der Durchschnittszuwachs in dem Momente sein Maximum erreicht, wo der laufende Zuwachs so weit

gesunken ist, daß er die Größe des Durchschnittszuwachses erreicht hat. Laufender und durchschnittlicher Zuwachs bleiben sich dann eine Reihe von Jahren nahezu gleich. Der Kulminationspunkt des Durchschnittszuwachses rückt mit abnehmender Bonität weiter hinaus und tritt auch bei frei erwachsenen Bäumen später ein, als in geschlossenen Beständen. Näheres über den Wachstumsgang in normalen Beständen enthalten unsere Ertragstafeln für Fichte und Rotbuche, sowie unsere bezüglichen Schriften über beide Holzarten.

Da diese Zuwachsgesetze sich auf Thatsachen und keine willkürlichen Annahmen stützen, wie die Formeln von Preßler, König und Schneider, so ist klar, daß man den njährigen Zuwachs mittelst Aufrechnung des zugehörigen nfachen Gesamtalters-Durchschnittszuwachses für alle Bedürfnisse der Praxis mit hinreichender Genauigkeit namentlich für diejenige Periode wird finden können, in welcher am Baum oder Bestand ein Maximum von Durchschnittszuwachs erfolgt. Da aber der laufendjährige mit dem Gesamtalters-Durchnittszuwachs auch noch einige Zeit vor und geraume Zeit nach dem Mannbarkeitsalter nahe zusammenfällt, so kann das Verfahren auch noch in diesen Fällen mit gutem Erfolge angewendet werden.

So fällt z. B. nach unseren Ertragstafeln das Maximum des durchschnittlichen Massenzuwachses an Derb- und Reisholz bei der Rotbuche zwischen das 82. (I. Bonität) und 116. (V. Bonität) Jahr.

Wo es sich daher nur um die Aufrechnung eines 10- bis höchstens 20jährigen Zuwachses bei nahe haubarem und haubarem Holze handelt, und dies ist gerade der Fall, welcher in der Praxis am häufigsten vorkommt, und man will keine brauchbaren Zuwachs- oder Ertragstafeln anwenden, auf welche wir im § 72 nochmals zurückkommen, so ist die Aufrechnung des gegenwärtigen Durchschnittszuwachses für so viele Jahre als der Baum (oder Bestand) noch wachsen soll, jedenfalls ein einfaches, aber auch hinreichend zuverlässiges Verfahren. Jüngeren Bäumen kann man ihren Zuwachs nach der Formzahlmethode, älteren oder im Lichtschlage stehenden, sowie Oberständern, mit gesammelten Zuwachsprozenten aufrechnen, wenn man den Zuwachs schlechtwüchsiger Bestände oder einzelner Bäume nicht als Reserve betrachten, und ganz außer Rechnung lassen will.

Sollte nach diesen Verfahrungsweisen auch ein kleiner Fehler begangen werden, so übersehe man dabei nicht, daß dieser mit der gesamten vorhandenen Holzmasse verglichen, welche in einem Reviere etwa in den nächsten 10 oder 20 Jahren zum Hiebe gelangen soll, fast verschwindend

klein sein wird und daß andere Verfahren bei weit größerer Mühe und vielem Zeitaufwand in den meisten Fällen nichts besseres zu leisten vermögen. Es ist daher weit wichtiger, die gegenwärtig vorhandenen Massen der haubaren und nahe haubaren Bestände nach den zuverlässigsten Methoden aufzunehmen, weil dann schon eher ein kleiner Fehler in der Zuwachsberechnung zugestanden werden kann. Nicht zu verantworten ist aber eine unzuverlässige, oberflächliche Holzmassenaufnahme der Bestände, weil Fehler, welche hier begangen werden, auch durch die komplizierteste Zuwachsmethode bezüglich Feststellung des richtigen Fällungsetats nicht mehr repariert werden können. Nicht ohne guten Grund wird daher auch von der Aufrechnung des Durchschnittszuwachses gerade in der forstlichen Praxis noch ausgiebiger Gebrauch gemacht. Da die Lehre von dem Durchschnittszuwachs namentlich auch bei der Zuwachsermittlung der Bestände eine Rolle spielt, so mußten wir hier etwas vorgreifen, werden aber auf diesen Gegenstand im folgenden Abschnitte nochmals zurückkommen.

Zweiter Abschnitt.

Die Zuwachsermittlung der Bestände.

I. Die Zuwachsermittlung der Bestände im allgemeinen.

§ 71.

Nachdem wir die Berechnung des Zuwachses an einzelnen Bäumen nach den wichtigsten Methoden besprochen haben, können wir uns bei der Ermittlung des Zuwachses an ganzen Beständen um so kürzer fassen, als diese sich vielfach auf diejenige einzelner Bäume zurückführen läßt. Denn so gut man aus dem Inhalte einzelner Muster- oder Probestämme auf die Masse ganzer Bestände schließen kann, eben so gut kann man auch aus dem Zuwachs von Musterstämmen auf denjenigen der Bestände schließen, welchen sie entnommen wurden.

Wollen wir in der vorliegenden Aufgabe ganz klar werden, so müssen wir uns zunächst die Frage stellen: in welchen Verhältnissen des forstwirtschaftlichen Betriebes kommt die Zuwachserforschung ganzer Bestände vorzugsweise vor?

Die größte Bedeutung hat die Lehre von dem Zuwachse, abgesehen von etwa vorkommenden Rentabilitätsberechnungen der Forstwirtschaft, bei Ertragsregelungs-Geschäften (Forstbetriebseinrichtungen). Würden die hierher gehörigen Arbeiten alle nach ein und derselben Methode ausgeführt, so ließe sich wohl auch für die Zuwachserforschung ein einziges gemeinsames Verfahren auffinden. Eine Vereinigung der Ansichten, obgleich im Bereiche der Möglichkeit liegend, wurde aber bis jetzt noch nicht erreicht, wird auch zunächst nicht erlangt werden. Wir glauben aber die verschiedenen Regelungsmethoden, hinsichtlich der Frage über den Zuwachs, in vier Klassen bringen zu können, nämlich:

A. Diejenigen Methoden, bei welchen, wie z. B. bei dem Massenfachwerk, die künftigen Erträge aller Bestände, auch der jüngsten, an das Ende der Umtriebszeit (Einrichtungszeit) berechnet werden. Bei hundertjährigem Umtriebe kommt man hierbei z. B. in die Lage, einen jetzt etwa

15jährigen Bestand auf diejenige Masse ansprechen zu müssen, welche derselbe zur Zeit seiner mutmaßlichen Haubarkeit im hundersten Jahre abzuwerfen verspricht. Es wäre dem Bestand daher ein 100 — 15 = 85jähriger Zuwachs aufzurechnen. Keine der im vorigen Abschnitte beschriebenen Methoden für einzelne Bäume ist hierzu geeignet, da alle nur für kurze Zeiträume von 10 bis höchstens 20 Jahren Giltigkeit haben. Diese Aufgabe kann nur mittelst Zuwachs- oder Ertragstafeln gelöst werden, von welchen wir im folgenden Paragraphen handeln werden.

B. Diejenige Methode, bei welcher man, wie z. B. bei dem Flächen- und kombinierten Fachwerke, etwa mittelst Aufstellung eines Haupt-Wirtschaftsplanes, die in den nächsten 10 oder 20 Jahren zum Anhieb und Abtrieb gelangenden Bestände voraus bestimmt, deren gegenwärtige Holzmasse speziell aufnimmt und jedem Bestande den zu erwartenden Zuwachs noch für so viele Jahre hinzufügt, als derselbe mutmaßlich noch wachsen wird. Hierbei kann es sich unter allen Umständen nur um die Aufrechnung eines 1 bis 20jährigen (durchschnittlich 10jährigen) Zuwachses handeln, so daß nötigenfalls alle im vorigen Abschnitte beschriebenen Methoden in Anwendung kommen können. Selbstverständlich wird man aber einem Verfahren den Vorzug geben, welches bei größter Einfachheit ein für den vorliegenden Zweck genügendes Resultat in Aussicht stellt.

Nun aber leiden die bereits besprochenen Methoden der Zuwachsermittlung nach dem Sektionsverfahren, nach Formzahlen, nach König, Preßler, Schneider u. s. w., neben ihrer Umständlichkeit und den bereits am betreffenden Orte gerügten Mängeln unter Umständen noch an einem gemeinsamen Gebrechen, welches erst bei der Zuwachsermittlung der Bestände hervortritt.

Angenommen, man solle nach der einen oder anderen dieser Methoden den künftigen Zuwachs eines Bestandes für eine Anzahl Jahre berechnen, so könnte dieses z. B. bei regelmäßigen Beständen in der Art geschehen, daß man den Zuwachs an einem mittleren Modellstamme ermittelte und die erhaltene Größe etwa mit der Stammzahl des Bestandes multiplizierte. Es fragt sich nun, ob sich aus dem Zuwachs dieses Einzelstammes auch sichere Schlüsse auf den Zuwachs des ganzen Bestandes machen lassen. Abgesehen davon, daß man hierbei vom Kleinen aufs Große, und nicht vom Großen aufs Kleine schließt, so darf hier auch nicht übersehen werden, daß der jetzige Mittelstamm vor n Jahren zu den herrschenden gehörte und nach n Jahren sicher zu den unterdrückten Stämmen

gehören wird, daß er also in Bezug auf die Zuwachsfrage nicht der wahre Mittelstamm sein kann. Hierbei darf nicht übersehen werden, daß der Zuwachs an den schwächeren Stammklassen ein verschwindend kleiner ist, während weit aus der meiste Zuwachs an den stärkeren Stammklassen erfolgt. Bei der Ermittlung des Zuwachses an Beständen ist daher die alleinige Zuziehung des arithmetischen mittleren Modellstammes unbedingt verwerflich. Die Zuwachsuntersuchungen sind vielmehr auf eine Reihe von Klassenmodellstämmen auszudehnen, welche nach dem Urich'sche Verfahren auszuwählen sind, und wobei namentlich die stärksten Klassen berücksichtigt werden müssen.

Dieses Verfahren wird aber für die meisten Fälle forstlicher Praxis schon zu umständlich sein, und darum dürfte sich in geschlossenen Beständen die Zuwachsermittlung nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachs event. nach Formzahlen, in Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen aber nach in solchen gesammelten Zuwachsprozenten, um so mehr empfehlen, als es sich hier meist um haubare oder nahe haubare Bestände handelt, die genannten Methoden auch einfach sind, sich bereits praktisch bewährt haben und kleinere Fehler in der Zuwachsschätzung kaum einen Einfluß auf den künftigen Fällungsetat haben können.

C. Diejenigen Methoden, welche, wie z. B. die österreichische Cameraltaxe und das K. Heyer'sche Verfahren, die Holzvorräte (normaler Vorrat und wirklicher Vorrat) nach dem aus dem Abtriebsalter abgeleiteten Haubarkeits-Durchschnittszuwachse berechnen. Hier ist die Zuwachsberechnung am allereinfachsten, ein jetzt 15jähriger Bestand hat die 15fache, ein 40jähriger die 40fache Masse des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses u. s. w. Um jedoch bei verschiedenen Bonitäten den richtigen Haubarkeits-Durchschnittszuwachs für normale Bestände richtig ansprechen zu können, wird man auch hier — eine genaue Arbeit vorausgesetzt — Ertragstafeln nicht umgehen können.

D. Diejenige Methode, bei welcher an die Stelle der seither von der Mehrheit der Forstwirte mit Recht angestrebten höchsten Waldrente, künftig eine höchst bedenkliche Geldwirtschaft in der Art treten soll, daß jeder einzelne Bestand in dem Momente als hiebsreif erklärt wird, in welchem die in ihm niedergelegten und sehr schwer zu schätzenden Kapitalien nicht mehr ein gefordertes sehr dehnbares Prozent (2—4 Prozent) Zinsen abwerfen. Dieses Verfahren bedarf zur Begründung eines Teils seiner Lehre, des Quantitäts- (Massen-), Qualitäts- und Teuerungszuwachsprozentes und ist deshalb auf die § 69 B entwickelte Prozentrechnung in

Bezug auf Bestandeswirtschaft angewiesen. Wird aber das Verzinsungsprozent bei Unterstellung nachhaltiger Wirtschaft aus Waldrente und Waldkapital abgeleitet, was wir überall, wo nachhaltiger Betrieb eingeführt ist, für das allein richtige halten, dann können gute Ertragstafeln nicht entbehrt werden.

Fassen wir die vorstehenden Bemerkungen zusammen, so gelangen wir zu dem Resultate, daß wir, die verschiedensten Regelungsmethoden vorausgesetzt, mit der Zuwachsschätzung der Bestände nach Ertragstafeln, nach dem Gesamtalters-Durchschnittszuwachs, nach Formzahlen, und in vereinzelten Fällen (Samen- und Lichtschlägen) mit der Rechnung nach Prozenten, vollständig ausreichen.

Diesen Methoden wollen wir daher, so weit sie nicht schon genügend abgehandelt wurden, zum Schluß noch eine kurze Besprechung widmen. Wo es sich um genaue Bestimmung des Zuwachses der verflossenen n Jahre für wissenschaftliche Zwecke handelt, kann natürlich nur das Sektionsverfahren, durchgeführt an Klassenmodellstämmen, mit besonderer Berücksichtigung der stärksten Stammklassen, ganz befriedigende Resultate liefern.

II. Die verschiedenen Methoden der Zuwachsermittlung der Bestände.

1. Die Zuwachsschätzung nach Ertrags- oder Zuwachstafeln.

§ 72.

Über Zweck, Bedeutung und Inhalt der Ertragstafeln, über die Methoden ihrer Aufstellung, über ihre Verwendbarkeit zur Bonitierung, zur Schätzung der Holzmassen konkreter Bestände u. s. w. haben wir uns bereits in § 37 und 38 ausgesprochen. Es erübrigt uns daher nur noch zu zeigen, wie man mit Hilfe solcher Tafeln den Zuwachs von Holzbeständen ermitteln kann.

Der Zuwachsgang normaler Holzbestände ist nicht allein nach Holzarten verschieden, er wechselt auch bei gleichen Holzarten nach Bonitäten und ist daher in den verschiedenen Lebensaltern ein sehr verschiedener. So tritt z. B. nach den neuesten Untersuchungen der höchste Durchschnittszuwachs unter schlechten Standorts-Verhältnissen später, als unter besseren ein. Aus diesem Grunde genügt auch die Aufstellung einer einzigen Ertragstafel für jede Holzart nicht, sondern es müssen deren mehrere und

um so mehr aufgestellt werden, je mehr die Standortsverhältnisse von einander abweichen. H. Cotta unterschied bekanntlich für jede Holzart 10 Bonitätsstufen, jetzt begnügt man sich meist mit nur 5 Klassen.

Ist man nun im Besitze von Ertragstafeln, wie wir solche auf Seite 273—277 im Auszuge und in unseren Schriften über die Fichte und Rotbuche ausführlich mitgeteilt haben, und man will mittelst derselben den künftigen Zuwachs eines konkreten Bestandes bestimmen, so hat man zunächst zu untersuchen, welcher der 5 Bonitäten (Standortsklassen) derselbe angehört. Aus den bereits auseinandergesetzten Gründen leistet hierbei die mittlere Bestandeshöhe die besten Dienste. Man bestimmt nämlich Alter und mittlere Höhe des Bestandes und wählt unter den 5 Ertragstafeln der betreffenden Holzart diejenige aus, welche bezüglich der Höhe in gleichem Alter mit demselben ganz oder am meisten übereinstimmt. Angenommen ein unter mittleren Schlußverhältnissen erwachsener Rotbuchenbestand sei 70jährig und besitze die mittlere Scheitelhöhe von 21,0 m, so gehört derselbe nach Seite 274 der II. Bonität an. Ist nun der auf seinen künftigen Zuwachs zu untersuchende Bestand auch normal bestockt, d. h. besitzt er auch pro Hektar die gleiche Kreisflächensumme 35,2 qm, wie in der zugehörigen Ertragstafel angegeben, so gewährt die Zuwachsermittlung desselben keine Schwierigkeiten mehr. Wäre z. B. anzugeben, welche Holzmasse der Bestand im 90. Jahre besitzt, so steht in den Ertragstafeln für das 90. Jahr die Derb- und Reisholzmasse 544,5 fm; da die Ertragstafel für das 70. Jahr 415,5 fm nachweist, so betrüge der Zuwachs zwischen 70 und 90 Jahren 544,5 — 415,5 = 129,0 fm.

Wäre jedoch, was in größeren Beständen in der Regel der Fall sein wird, der Bestand nicht überall normal bestockt, und besäße er infolgedessen im 70. Jahre pro Hektar nur eine Kreisflächensumme von 25,0 qm, so müßte auch sein Zuwachs in demselben Verhältnisse reduziert werden, d. h. er betrüge pro Hektar nur $129 \times \frac{25}{35,2} = 129 \times 0,71 = 91,59$ fm.

Ähnliche Reduktionen müßten vorgenommen werden, wenn der Bestand pro Hektar die in den zugehörigen Ertragstafeln enthaltene Kreisflächensumme etwas überstiege, oder wenn der zu untersuchende Bestand bezüglich seiner Höhe etwa zwischen zwei Bonitäten hineinfiele, was nicht selten vorkommen wird.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß nach dieser Methode der Zuwachs an mittelalten, nahe haubaren und haubaren Beständen genauer als an jungen Gerten- und Stangenhölzern wird bestimmt werden können,

weil an ersteren die Faktoren des Standortes in der mittleren Höhe schon einen ausgeprägteren Ausdruck gefunden haben. Übrigens kommt man ja seltener in die Lage, Zuwachserhebungen an noch ganz jugendlichen Beständen zu machen. Müssen aber für irgend einen Zweck, z. B. für die Waldbesteuerung, auch junge Bestände bonitiert werden, so wird man die Bonitierung richtiger nach analogen älteren Nachbarbeständen vornehmen, welche mit dem jugendlichen Bestande die gleichen Standortsverhältnisse zu haben scheinen.

Man hat auch vorgeschlagen, die Bonitierung, d. h. die Einreihung eines konkreten Bestandes in die richtige Ertragstafel, nur nach Maßgabe der vorhandenen Holzmasse pro Flächeneinheit vorzunehmen, weil ja die vorhandene Holzmasse der richtige Ausdruck für die Wirkung sämmtlicher Standortsfaktoren sei, welche einzeln nicht meßbar wären.*) Es unterliegt auch keinem Zweifel, daß die Holzmasse, welche ein Bestand in irgend einem Lebensalter erreicht hat, unter Umständen ein guter Maßstab für die Bonitierung ist, aber es setzt dieses Verfahren immer eine vorausgegangene Holzmassenermittlung, und was noch wichtiger ist, auch normale Verhältnisse, insbesondere eine normale Bestockung voraus, welche in größeren Beständen in der Regel nicht zu finden ist. Denn ist z. B. ein Bestand I. Bonität nur zur Hälfte bestockt, so fällt er seiner Masse nach in eine geringere Bonität, während er thatsächlich und auch nach seiner mittleren Höhe der I. Bonität angehört.

Man wird, wenn es sich um die möglichst richtige Einreihung eines Bestandes in eine Ertragstafel handelt, drei Fälle unterscheiden können:

A. der Bestand ist nahe haubar oder haubar;

B. der Bestand steht erst im mittleren Alter und

C. der Bestand ist noch ganz jung, oder es handelt sich um die Bestimmung des künftigen Haubarkeits-Ertrages einer Blöße.

ad A. Ist der Bestand nahe haubar oder haubar, so kann man mit sehr großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sich die Standortsfaktoren in dem vorhandenen Holzvorrate schon deutlich ausgesprochen haben und daß künftig in dem normalen Wuchs keine Änderungen mehr eintreten, welche der Standortsgüte noch einen anderen Charakter verleihen könnten. In diesem Falle ist daher die Bonitierung, d. h. die Auffuchung der richtigen Ertragstafel für den fraglichen Bestand am einfachsten und sichersten. Man hat nur nötig, neben dem Alter die gegen-

*) G. Heyer: Über die Ermittlung der Massen, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände 1852, sowie dessen Lehrbuch der forstlichen Bodenkunde von 1856, Seite 536—544.

wärtige mittlere Bestandeshöhe, und in Normalbeständen die Holzmasse pro Flächeneinheit zu ermitteln und nun in den verschiedenen Ertragstafeln für die fragliche Holzart nachzusehen, welche mit der Höhe oder Bestandesmasse in demselben Alter übereinstimmt. Angenommen, ein 80jähriger normaler Buchenbestand enthalte pro Hektar 580 Festmeter, so würde derselbe mit der I. Bonitätsklasse unserer Ertragstafel ganz übereinstimmen. Da nun der Wachstumsgang unseres fraglichen Bestandes mit dem der Ertragstafel I bis zum 80. Jahre hinsichtlich der Masse ganz derselbe gewesen ist, so kann man fast mit voller Bestimmtheit annehmen, daß er auch bis zum 100. Jahre noch der nämliche bleiben und daher unser Bestand, dessen Zuwachs ermittelt werden soll, im 100. Jahre nach der Ertragstafel I gleichfalls eine Masse von 720,5 Festmeter besitzen oder zwischen dem 80. und 100. Jahre um 720,5 — 580,0 = 140,5 zuwachsen wird. Ist der Bestand nur stellenweise normal, hat er also in Folge dessen im Ganzen eine geringere Holzmasse pro Hektar, so muß natürlich, wie bereits erwähnt, auch an dem Zuwachs ein entsprechender Abzug gemacht werden.

ad B. Besitzt der Bestand nur ein mittleres Alter, alsdann leistet die gegenwärtige mittlere Höhe, und in normalen Beständen auch die Haubarkeitsmasse bei der Aufsuchung der richtigen Ertragstafel zwar noch vorzügliche Dienste, reicht aber unter Umständen allein nicht mehr ganz aus; denn es kann, wie bereits erwähnt, recht gut vorkommen, daß die Wachstums-Verhältnisse zweier Bestände bis zum mittleren Alter ganz gleich bleiben, aber später durch das Hinzutreten eines neuen Faktors der Standortsgüte, erst merklich von einander abweichen. In solchen Fällen kann es nützlich sein, auch noch einzelne Standortsfaktoren zu untersuchen und diese mit in Rechnung zu nehmen. Stimmen dann die Standortsverhältnisse, die Höhe und die Normal-Erträge eines mittelalten Bestandes mit denen einer Ertragstafel überein, so hat man schon Grund mehr, anzunehmen, daß auch der künftige Wachstumsgang beider aller Wahrscheinlichkeit nach derselbe bleiben, mithin der fragliche Bestand in jedem beliebigen späteren Alter einen der Ertragstafel gleichen Ertrag abwerfen wird. Gegen Trugschlüsse schützt jedoch auch dieses Verfahren nicht immer. Viel sicherer wird man vielmehr gehen, wenn man erst die älteren Bestände eines Wirtschaftsganzen bonitiert, d. h. für diese die Ertragstafel aufsucht. Stimmen dann die Standortsverhältnisse der mittelalten Bestände mit denen der alten überein, und gilt dasselbe auch von der Höhe in den jüngeren Jahren, so kann man für den mittelalten Bestand dann ohne Anstand die Ertragstafel des älteren wählen, in welchem sich die Standortsverhältnisse in Höhe und Holzmasse schon ausgesprochen haben.

ad C. Ist der Bestand noch ganz jung, oder handelt es sich um den künftigen Haubarkeitsertrag einer Blöße, alsdann bietet die Auffindung der richtigen Ertragstafel die größten Schwierigkeiten dar. Die gegenwärtig auf dem normalen Bestande befindliche Holzmasse oder mittlere Bestandeshöhe kann natürlich hier nicht immer entscheidend sein; denn in früher Jugend, wo die Wurzeln sich noch wenig verbreitet haben, und sich noch in den oberen fruchtbaren Erdschichten bewegen, braucht der Pflanzenwuchs auf verschiedenen Standorten keine großen Differenzen zu zeigen, weil hier die Unterschiede erst in späteren Jahren auffallender hervortreten. Grenzt jedoch ein solcher junger Bestand (oder

eine Blöße) unmittelbar mit einem älteren Bestande gleicher Lage zusammen, so ist auch die Wahrscheinlichkeit groß, daß derselbe mit diesem gleichen Standort besitzen und daher auch künftig gleichen Normalertrag liefern wird. Fehlt allerdings auch dieser Anhalt, dann bleibt nichts übrig, als sich an die nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht immer zuverlässigen Standortsfaktoren selbst zu halten.

Wir müssen jedoch noch ausdrücklich bemerken, daß bei jungen Beständen oder Blößen ein Fehler in der Bonitierung von der geringsten Bedeutung ist, weil diese von der Haubarkeit noch sehr entfernt stehen. Sollte es sich nämlich im Laufe der Zeit, nach 20 oder 40 Jahren, zeigen, daß irgend ein junger Bestand früher nicht mit der richtigen Ertragstafel eingeschätzt wurde, so kann dieser Fehler später noch ohne Nachteil für die Wirtschaft oder den nachhaltigen Ertrag des Waldes berichtigt werden.

2. Die Zuwachsschätzung nach dem Gesamtalters-Durchschnittszuwachs und dem progressiv abnehmenden Zuwachs.

§ 73.

Schon im § 70 wurde bemerkt, daß die Zuwachsschätzung nach dem Gesamtalters-Durchschnittszuwachs nur in derjenigen Periode des Bestandeslebens zu befriedigenden Resultaten führt, in welcher der laufende mit dem durchschnittlichen Zuwachs ganz oder nahe zusammenfällt. In der Praxis macht man daher von dieser Methode nur da Gebrauch, wo es sich darum handelt, zu der gegenwärtigen Holzmasse eines nahe haubaren oder haubaren Bestandes noch denjenigen Zuwachsbetrag hinzuzufügen, welcher voraussichtlich bis zum gänzlichen Abtrieb des Bestandes noch erfolgt.

Nimmt man beim Hochwaldbetriebe 20jährige Perioden an, so beschränkt sich bei verschiedenen Waldertrags-Regelungsmethoden die Zuwachsermittlung direkt nur auf die ältesten, im Laufe der nächsten 10 bis 20 Jahre zum Abtrieb gelangenden Bestände; es kann sich hier also *mindestens* um die Aufrechnung eines *1jährigen*, höchstens aber um die Hinzufügung eines *20jährigen* Zuwachses zur gegenwärtigen Holzmasse handeln.

Das hierbei einzuhaltende Verfahren ist, bei Berücksichtigung der im § 70 mitgeteilten Bemerkungen, ganz einfach. Angenommen, ein gegenwärtig 70jähriger Fichtenbestand enthalte 9600 Festmeter und man beabsichtige, denselben noch 10 Jahre wachsen zu lassen, ihn aber dann kahl abzutreiben, so wird die Masse desselben nach 10 Jahren wie folgt bestimmt: Man dividiert die gegenwärtige Holzmasse durch das Alter und

erhält dann $\frac{9600}{70} = 137{,}1$ Festmeter als durchschnittlich jährlichen Gesamtalterszuwachs, was in 10 Jahren $137{,}1 \times 10 = 1371$ Festmeter Zuwachs macht; der Bestand wird also nach 10 Jahren $9600 + 1371 = 10971$ Festmeter liefern. Würde der Bestand aber noch 15 Jahre stehen, so wäre dessen Zuwachs innerhalb dieser Periode $137{,}1 \times 15 = 2056$ Festmeter.

Handelt es sich um die Zuwachsbestimmung eines Bestandes, der dem äußern Ansehen nach in der ihm noch gestatteten Lebensfrist merklich im Zuwachs nachzulassen verspricht, so kann man an dem Durchschnittszuwachs einen verhältnismäßigen Abzug eintreten lassen. Die im vorigen Abschnitte geschilderten Methoden haben in diesem Falle vor dem einfachen Verfahren der Aufrechnung des Durchschnittszuwachses auch keinen namhaften Vorzug.

Beim Hochwaldbetriebe und insbesondere da, wo eine natürliche Verjüngung der Bestände mittelst Stellung von Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen erfolgt, hält es oft sehr schwer, für die nächste 20jährige haubare Periode das Abtriebsalter ganz genau voraus zu bestimmen; es ist aus diesem Grunde auch schwierig, bei jedem Bestande genau die Anzahl Jahre anzugeben, für welche der volle jährliche Durchschnittszuwachs noch aufzurechnen ist.

Um nun dennoch den periodischen Zuwachs für wirtschaftliche Zwecke genügend genau zu bestimmen, geht man von der Voraussetzung aus, daß während der nächsten njährigen Periode alljährlich gleich große Teile der gesamten Periodenmasse genutzt werden und daß mit dieser jährlich gleichen Verminderung der Bestandesmassen um $^1/_n$ sich auch die Zuwachsbeträge jährlich um $^1/_n$ verringern werden. In diesem Falle kommt die Summe des Zuwachses der Abtriebsperiode der Summe einer fallenden arithmetischen Reihe gleich, deren erstes Glied a = dem Zuwachs der vollen Bestandesmasse im ersten Jahre, deren Gliederzahl n = der Anzahl Jahre der Abtriebsperiode und deren letztes Glied t = der Differenz d zwischen den einzelnen Gliedern d. h. dem letztjährigen Zuwachs selbst gleich ist. Da man nun die Summe S einer arithmetischen Reihe nach der Formel

$$S = (a + t)\frac{n}{2}$$

findet, so wird sich auch die Summe des Zuwachses während der njährigen Abtriebsperiode, welche man auch den **progressiv abnehmenden Zuwachs** nennt, nach dieser Formel finden lassen, wenn man nur die den thatsächlichen Verhältnissen entsprechenden Werte in dieselbe substituiert.

Man gestattet sich hierbei noch die der Wirklichkeit nicht ganz entsprechende Annahme, daß jeder der Abtriebsperiode zugewiesene Bestand bei njährigen Perioden seine Masse jährlich um $^1/_n$ verringern werde; berechnet daher den progressiv abnehmenden Zuwachs für jeden Bestand besonders.

Beispiel: Der gegenwärtige Holzgehalt eines 100jährigen Bestandes wurde 9600 Festmeter gefunden, wie groß wird die Holzmasse dieses Bestandes nach Verlauf von 20 Jahren unter der Voraussetzung sein, daß jährlich $^1/_{20}$ der Bestandesmasse genutzt wird und der jetzige Durchschnittszuwachs bei Berechnung des progressiv abnehmenden Zuwachses zu Grunde gelegt werden soll.

Der Durchschnittszuwachs beträgt 9600:100 = 96 Festmeter, um welchen Betrag der Bestand im ersten Jahre zuwächst, d. h. es ist a = 96.

Wird nun die Bestandesmasse um $^1/_{20}$ vermindert, so muß sich für das nächste Jahr auch der Zuwachs um $^1/_{20}$ vermindern; war er daher nach Verlauf von 1 Jahre 96, so wird er nach Verlauf von 2 Jahren nur noch $96 - \frac{96}{20} =$ $= 96 - 4{,}8 = 91{,}2$ Festmeter sein und sich in der Weise fort jährlich um 4,8 Festmeter vermindern. Im 20. Abtriebsalter würden endlich $\frac{19}{20}$ der Bestandesmasse abgeholzt sein, daher auch der Zuwachs in diesem Jahre nur noch $96 - \frac{96 \times 19}{20} = 96 - 91{,}2 = 4{,}8$ Festmeter betragen. Das letzte Glied t der Reihe ist daher = 4,8*) und n = 20.

Die Summe des Zuwachses beträgt daher:

$S = (a + t)\,\frac{n}{2} = (96 + 4{,}8)\,\frac{20}{2} = 100{,}8 \times 10 = 1008$ Festmeter, woraus die Holzmasse nach 20 Jahren 9600 + 1008 = 10608 Festmeter folgt.

Bei dieser Rechnung haben wir den günstigsten Fall angenommen, daß das erste $^1/_{20}$ der Bestandesmasse erst nach Verlauf eines Jahres herausgenommen würde, es war dann $S = (a + t)\,\frac{n}{2} = \frac{a \cdot n}{2} + \frac{t \cdot n}{2} = 96 \cdot 10 + 4{,}8 \cdot 10 =$ $= 960 + 48 = 1008$ Festmeter.

Nimmt man aber an, das erste $^1/_{20}$ der Holzmasse werde am Anfang des Jahres herausgenommen, so wächst die Bestandesmasse nur noch 19 Jahre zu, das letzte Glied t wird daher = Null. Man hat dann:

$$S = (a + t)\,\frac{n}{2} = (a + 0)\,\frac{n-1}{2} = \frac{a \cdot n}{2} - \frac{a}{2};\ \text{oder da}\ \frac{a}{2} = \frac{t \cdot n}{2},$$

so ist auch:

$$S = \frac{a \cdot n}{2} - \frac{t \cdot n}{2} = 96 \cdot 10 - 4{,}8 \cdot 10 = 960 - 48 = 912\ \text{Festmeter}.$$

---

*) Da die Differenz der Reihe d gleich 4,8 ist, und für das letzte Glied die allgemeine Gleichung $t = a + (n - 1)\,d$ besteht, so ist offenbar $t = 96 + (20 - 1) \times -4{,}8 = 96 + 19 \times -4{,}8 = 96 - 91{,}2 = 4{,}8$.

Zieht man von dem Werte im ersten Falle: $\frac{a \cdot n}{2} + \frac{t \cdot n}{2}$ den Wert: $\frac{a \cdot n}{2} - \frac{t \cdot n}{2}$ im zweiten Falle ab, so erhält man als Differenz $t \cdot n = a =$ $= 4{,}8 \cdot 20 = 96$ Festmeter, d. h. beide Resultate weichen genau um einen vollen Jahreszuwachs a von einander ab.

H. Cotta machte daher auch schon den Vorschlag, daß man weder den einen Wert: $\frac{a \cdot n}{2} + \frac{t \cdot n}{2}$ noch den andern $\frac{a \cdot n}{2} - \frac{t \cdot n}{2}$, sondern den mittleren Wert $\frac{a \cdot n}{2}$ bei der Berechnung des progressiv abnehmenden Zuwachses zu Grunde legen solle. Es ergiebt sich in diesem Falle für unser Beispiel ein Mittelsatz: $\frac{a \cdot n}{2} = 96 \cdot 10 = 960$ Festmeter.

Dieser Vorschlag H. Cotta's wird bis jetzt noch hin nnd wieder bei Forsteinrichtungen befolgt, d. h. *man berechnet den Gesamtzuwachs für die Abtriebsperiode, indem man jedem derselben angehörigen Bestande den am Anfang der Periode vorhandenen Durchschnittszuwachs im vollen Betrage so oftmals zurechnet, als die halbe Periode Jahre zählt.* Bei 20jährigen Perioden wäre dies ein 10jähriger voller Durchschnittszuwachs. Man nimmt hierbei an, daß alle Bestände der Abtriebsperiode das mittlere Alter der Periode erreichen. Diese Annahme trifft aber in Wirklichkeit nicht zu, doch erhält man, wenn nicht sehr hohe Ansprüche an die Zuwachsbestimmung gestellt werden, immerhin für die gewöhnlichen Fälle forstlicher Praxis namentlich dann als Gesamtresultat befriedigende Resultate, wenn die der ältesten Periode zugewiesenen Bestände hinsichtlich ihrer Standortsgüte nicht allzu stark differieren und die Rechnung mit dem Durchschnittszuwachs überhaupt zulässig ist.

Findet in einem Wirtschaftsganzen (Reviere) Kahlschlagwirtschaft statt, so wird man in der Regel im Stande sein, diejenigen Bestände zu bezeichnen, welche in der ersten und diejenigen, welche in der zweiten Hälfte der Periode zum Abtrieb gelangen. Ein für den Einzelbestand etwas besseres Resultat läßt sich dann erreichen, wenn man den der ersten Periodenhälfte überwiesenen Beständen einen *fünfjährigen*, den Beständen der zweiten Periodenhälfte aber einen *fünfzehnjährigen* Zuwachs aufrechnet. Ja es wird sich sogar unter Umständen eine Vierteilung der Periode und dem entsprechend die Anrechnung eines $2^1/_2$, $7^1/_2$ $12^1/_2$ und $17^1/_2$jährigen Zuwachses durchführen lassen.

Die Zuwachsschätzung der Bestände nach Prozenten, Formzahlen und Massentafeln.

§ 74.

In § 72 wurde gezeigt, daß man sich bei denjenigen Ertragsregelungsmethoden, für welche auch an ganz jungen Beständen die künftigen Abtriebserträge im Voraus berechnet werden müssen, am besten guter Ertragstafeln bedient. Aber auch für ältere Bestände können sorgfältig bearbeitete Ertragstafeln gute Dienste leisten. Handelt es sich aber nur um die Bestimmung des Massenzuwachses für die nächste Abtriebsperiode, dann genügt, bei nicht zu hohen Umtrieben und unter den bereits geschilderten Voraussetzungen, die Aufrechnung des Gesamtalters-Durchschnittszuwachses nach § 73.

Es hat aber auch die Berechnung der Massenzuwachsprozente der Bestände für besondere Aufgaben der Forstwirtschaft ihre Berechtigung. So dienen die Zuwachsprozente (siehe auch § 69) bei der Ableitung der sogenannten Weiserprozente des aussetzenden und nachhaltigen Betriebes. Die Behandlung dieses Gegenstandes gehört aber in das Gebiet der Waldwertrechnung und forstlichen Statik. Dagegen leisten die Massenzuwachsprozente bei der Zuwachsermittlung an Samen-, Licht- und Abtriebsschlägen gute Dienste, im Falle erstere in letzteren schon früher mit Sorgfalt berechnet wurden. Ähnliches gilt für die Zuwachsbestimmung an Oberständern in Mittelwaldungen.

Angenommen, die gegenwärtige Masse eines Buchen-Lichtschlages wäre 3000 Festmeter, das erfahrungsmäßige Zuwachsprozent 1,5, so wäre der jährliche Zuwachs $\frac{3000 \times 1{,}5}{100} = 30 \times 1{,}5 = 45$ Festmeter, und wenn derselbe nach 4 Jahren gänzlich abgetrieben würde, so wäre dessen Zuwachs bis zu jener Zeit $45 \times 4 = 180$ Festmeter. Würde aber die eine Hälfte des Lichtschlages vielleicht schon nach 2 Jahren, die andere Hälfte aber nach 4 Jahren abgetrieben, so wäre der Gesamtzuwachs nur $45 \times 2 + 22{,}5 \times 2 = 90 + 45 = 135$ Festmeter.

Das Massenzuwachsprozent geschlossener Bestände hat man vielfach aus arithmetisch-mittleren Modellstämmen derselben abgeleitet. Daß man die bereits vorhandene, fertige Holzmasse eines Bestandes mittelst solcher Modellstämme genau bestimmen kann, wurde bereits gelehrt und unterliegt keinem Zweifel. Anders aber verhält es sich, wie bereits § 69 B auseinandergesetzt wurde, bei Massenzuwachsprozenten der Bestände, indem die gegenwärtigen mittleren Modellstämme jedenfalls vor n Jahren nicht die richtigen waren und es ebenso nach n Jahren nicht sein werden.

Man kann also aus dem jetzigen mittleren Modellstamme namentlich für lange Zuwachsperioden nicht die richtige Masse des Bestandes vor oder nach n Jahren ableiten. Bessere Resultate wird man erhalten, da der meiste Zuwachs an den stärkeren Stämmen erfolgt, wenn man, statt an gleichen mittleren Modellstämmen, an Stärkeklassen-Modellstämmen die Zuwachsprozente ableitet; leider wird aber dann das Verfahren für die gewöhnliche forstliche Praxis schon zu umständlich.

Wir sind daher der Ansicht, daß man die Massenzuwachsprozente für geschlossene Bestände am besten mittelst Ertragstafeln berechnet, welche die Holzmasse pro Hektar von Jahr zu Jahr enthalten. Denn zieht man z. B. in irgend einer Ertragstafel von der Holzmasse des 80jährigen Bestandes diejenige des 79jährigen ab, so ergiebt sich der laufende Zuwachs. Wird dieser durch die in der Ertragstafel stehende Masse für das Jahr 79 dividiert, so erhält man das Zuwachsprozent für das betreffende Jahr. In meinen Ertragstafeln für die Fichte und Rotbuche sind diese Prozente sämtlich berechnet worden.

Endlich läßt sich der Massenzuwachs der Bestände auch nach Massentafeln bestimmen.

Oberförster Stahl bemerkt in dieser Beziehung auf der letzten Seite seines Schriftchens „Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Bäume u. s. w." folgendes:

„Beiläufig ist noch zu bemerken, daß mit Hilfe der Massentafeln der Zuwachs der Holzbestände genauer, leichter und schneller berechnet werden kann, als auf irgend eine andere Art. Bestimmt man nämlich an Musterbäumen, nach der Breite der Jahresringe in Brusthöhe, um wie viel durchschnittlich jeder Stamm jeder Stärkeklasse in einer bestimmten Anzahl von Jahren im Durchmesser zunimmt, und nach den Höhentrieben, wie viel der Höhenwuchs in derselben Zeit betragen wird, so geben die Massentafeln ganz einfach an, wie viel Holzmasse durchschnittlich jeder Stamm alsdann enthält. Es darf nicht unterlassen werden, dabei auf eine in der Zeit etwa eintretende Verminderung der Stammzahl Rücksicht zu nehmen."

Im Grunde genommen läßt sich das hier vorgeschlagene Verfahren auf die Zuwachsschätzung stehender Bäume mittelst Formzahlen zurückführen. Wir geben sogar letzterer Methode den Vorzug, weil die Baumінhalte in den bayerischen Massentafeln nur in Stärkeabstufungen von 2 zu 2 Centimeter berechnet sind, wodurch in solchen Fällen immer einige Zwischenrechnungen veranlaßt werden, in welchen die doppelte Breite der letzten n Jahresringe des Baumes nicht genau auf eine gerade Anzahl von Centimetern ausgeht.

Anhang.

Kreisflächen-Tabellen für Metermaß

in

Abstufungen von Millimeter zu Millimeter von 1 Millimeter bis zu 1000 Millimeter.

Gebrauchsanweisung.

Die nachstehenden Tabellen enthalten für Durchmesser von ganzen Centimetern und Millimetern die Kreisflächen durchwegs in Quadratcentimetern. Da aber die Masseneinheit für Baum-, Bestandes- und Zuwachsschätzungen der Kubikmeter ist, so sind in Quadratmetern ausgedrückte Kreisflächen zweckmäßiger. Zehntausend Quadratcentimeter sind aber gleich einem Quadratmeter. Will man daher die in den Tafeln stehenden Quadratcentimeter in Quadratmeter verwandeln, so braucht man dieselben nur mit 10000 zu dividieren d. h. das Komma um vier Stellen weiter links zu setzen. Wünscht man aber Quadratdecimeter, so setzt man das Komma um zwei Stellen weiter links, bei Quadratmillimetern um zwei Stellen weiter rechts.

Beispiel: Ein Baum von 38,6 Centimeter hat nach den Tafeln 1170,2118 Quadratcentimeter = 11,702118 Quadratdecimeter = 0,11702118 Quadratmeter = 117021,18 Quadratmillimeter.

Die Tafeln sollen namentlich zu genaueren Holzmassenaufnahmen, wissenschaftlichen Untersuchungen und Zuwachsberechnungen dienen, bei welchen man die Durchmesser bis auf Millimeter genau haben muß. Für gröbere Arbeiten lasse man eine entsprechende Anzahl Decimalstellen weg.

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
		4,0	12,5664	**8,0**	50,2655	**12,0**	113,0973
0,1	0,0078	1	13,2025	1	51,5300	1	114,9901
2	0,0314	2	13,8544	2	52,8102	2	116,8987
3	0,0707	3	14,5220	3	54,1061	3	118,8229
4	0,1257	4	15,2053	4	55,4177	4	120,7628
5	0,1963	5	15,9043	5	56,7450	5	122,7185
6	0,2827	6	16,6190	6	58,0880	6	124,6898
7	0,3848	7	17,3494	7	59,4468	7	126,6769
8	0,5026	8	18,0956	8	60,8212	8	128,6796
9	0,6362	9	18,8574	9	62,2114	9	130,6981
1,0	0,7854	**5,0**	19,6350	**9,0**	63,6173	**13,0**	132,7323
1	0,9503	1	20,4282	1	65,0388	1	134,7822
2	1,1310	2	21,2372	2	66,4761	2	136,8478
3	1,3273	3	22,0618	3	67,9291	3	138,9291
4	1,5394	4	22,9022	4	69,3978	4	141,0261
5	1,7671	5	23,7583	5	70,8822	5	143,1388
6	2,0106	6	24,6301	6	72,3823	6	145,2672
7	2,2698	7	25,5176	7	73,8981	7	147,4114
8	2,5447	8	26,4208	8	75,4296	8	149,5712
9	2,8353	9	27,3397	9	76,9769	9	151,7468
2,0	3,1416	**6,0**	28,0743	**10,0**	78,5398	**14,0**	153,9380
1	3,4636	1	29,2247	1	80,1185	1	156,1450
2	3,8013	2	30,1907	2	81,7128	2	158,3677
3	4,1548	3	31,1725	3	83,3229	3	160,6061
4	4,5239	4	32,1699	4	84,9487	4	162,8602
5	4,9187	5	33,1831	5	86,5901	5	165,1300
6	5,3093	6	34,2119	6	88,2473	6	167,4155
7	5,7256	7	35,2565	7	89,9202	7	169,7167
8	6,1575	8	36,3168	8	91,6088	8	172,0336
9	6,6052	9	37,3928	9	93,3132	9	174,3662
3,0	7,0686	**7,0**	38,4845	**11,0**	95,0332	**15,0**	176,7146
1	7,5477	1	39,5919	1	96,7689	1	179,0786
2	8,0425	2	40,7150	2	98,5203	2	181,4584
3	8,5530	3	41,8539	3	100,2875	3	183,8539
4	9,0792	4	43,0084	4	102,0703	4	186,2650
5	9,6211	5	44,1786	5	103,8689	5	188,6919
6	10,1788	6	45,3646	6	105,6832	6	191,1345
7	10,7521	7	46,5663	7	107,5132	7	193,5928
8	11,3411	8	47,7836	8	109,3588	8	196,0668
9	11,9459	9	49,0167	9	111,2202	9	198,5565

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
16,0	201,0619	**20**,0	314,1593	**24**,0	452,3893	**28**,0	615,7522
1	203,5831	1	317,3087	1	456,1671	1	620,1582
2	206,1199	2	320,4739	2	459,9606	2	624,5800
3	208,6724	3	323,6547	3	463,7698	3	629,0175
4	211,2407	4	326,8513	4	467,5946	4	633,4707
5	213,8246	5	330,0636	5	471,4352	5	637,9397
6	216,4243	6	333,2916	6	475,2916	6	642,4243
7	219,0397	7	336,5353	7	479,1636	7	646,9246
8	221,6708	8	339,7947	8	483,0513	8	651,4407
9	224,3176	9	343,9698	9	486,9547	9	655,9724
17,0	226,9801	**21**,0	346,3606	**25**,0	490,8739	**29**,0	660,5199
1	229,6583	1	349,6671	1	494,8087	1	665,0830
2	232,3522	2	352,9893	2	498,7592	2	669,6619
3	235,0618	3	356,3273	3	502,7255	3	674,2565
4	237,7871	4	359,6809	4	506,7075	4	678,8668
5	240,5282	5	363,0503	5	510,7052	5	683,4927
6	243,2849	6	366,4354	6	514,7185	6	688,1345
7	246,0574	7	369,8361	7	518,7476	7	692,7919
8	248,8456	8	373,2526	8	522,7924	8	697,4650
9	251,6494	9	376,6848	9	526,8529	9	702,1538
18,0	254,4690	**22**,0	380,1327	**26**,0	530,9292	**30**,0	706,8583
1	257,3043	1	383,5963	1	535,0211	1	711,5786
2	260,1553	2	387,0756	2	539,1287	2	716,3145
3	263,0220	3	390,5707	3	543,2521	3	721,0662
4	265,9044	4	394,0814	4	547,3911	4	725,8336
5	268,8025	5	397,6078	5	551,5459	5	730,6166
6	271,7163	6	401,1500	6	555,7163	6	735,4154
7	274,6459	7	404,7078	7	559,9025	7	740,2299
8	277,5911	8	108,2814	8	564,1044	8	745,0601
9	280,5521	9	211,8706	9	568,3220	9	749,9060
19,0	283,5287	**23**,0	415,4755	**27**,0	572,5553	**31**,0	754,7676
1	286,5211	1	419,0963	1	576,8043	1	759,6450
2	289,5292	2	422,7327	2	581,0690	2	764,5380
3	292,5530	3	426,3848	3	585,3394	3	769,4467
4	295,5925	4	430,0526	4	589,6455	4	774,3712
5	298,6477	5	433,7361	5	593,9574	5	779,3113
6	301,7186	6	437,4354	6	598,2859	6	784,2672
7	304,8052	7	441,1503	7	602,6282	7	789,2388
8	307,9075	8	444,8809	8	606,9871	8	794,2260
9	311,0255	9	448,6273	9	611,3618	9	799,2290

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
32,0	804,2477	**36**,0	1017,8760	**40**,0	1256,6371	**44**,0	1520,5308
1	809,2821	1	1023,5387	1	1262,9281	1	1527,4502
2	814,3322	2	1029,2172	2	1269,2348	2	1534,3853
3	819,3980	3	1034,9113	3	1275,5573	3	1541,3360
4	824,4796	4	1040,6212	4	1281,8955	4	1548,3025
5	829,5768	5	1046,3467	5	1288,2493	5	1555,2847
6	834,6897	6	1052,0880	6	1294,6189	6	1562,2826
7	839,8184	7	1057,8449	7	1301,0042	7	1569,2962
8	844,9628	8	1063,6176	8	1307,4052	8	1576,3255
9	850,1228	9	1069,4060	9	1313,8219	9	1583,3706
33,0	855,2986	**37**,0	1075,2101	**41**,0	1320,2543	**45**,0	1590,4313
1	860,4901	1	1081,0299	1	1326,7024	1	1597,5077
2	865,6973	2	1086,8654	2	1333,1662	2	1604,5999
3	870,9202	3	1092,7166	3	1339,6458	3	1611,7077
4	876,1588	4	1098,5835	4	1346,1410	4	1618,8313
5	881,4131	5	1104,4662	5	1352,6520	5	1625,9705
6	886,6831	6	1110,3645	6	1359,1786	6	1633,1255
7	891,9688	7	1116,2786	7	1365,7210	7	1640,2962
8	897,2703	8	1122,2083	8	1372,2791	8	1647,4826
9	902,5874	9	1128,1538	9	1378,8529	9	1654,6847
34,0	907,9203	**38**,0	1134,1149	**42**,0	1385,4424	**46**,0	1661,9025
1	913,2688	1	1140,0918	1	1392,0476	1	1669,1360
2	918,6331	2	1146,0844	2	1398,6685	2	1676,3853
3	924,0131	3	1152,0927	3	1405,3051	3	1683,6502
4	929,4088	4	1158,1167	4	1411,9574	4	1690,9308
5	934,8202	5	1164,1564	5	1418,6254	5	1698,2272
6	940,2473	6	1170,2118	6	1425,3092	6	1705,5392
7	945,6901	7	1176,2830	7	1432,0086	7	1712,8670
8	951,1486	8	1182,3698	8	1438,7238	8	1720,2105
9	956,6228	9	1188,4724	9	1445,4546	9	1727,5697
35,0	962,1128	**39**,0	1194,5906	**43**,0	1452,2012	**47**,0	1734,9445
1	967,6184	1	1200,7246	1	1458,9635	1	1742,3351
2	973,1397	2	1206,8742	2	1465,7415	2	1749,7414
3	978,6768	3	1213,0396	3	1472,5352	3	1757,1635
4	984,2296	4	1219,2207	4	1479,3446	4	1764,6012
5	989,7680	5	1225,4175	5	1486,1697	5	1772,0546
6	995,3822	6	1231,6300	6	1493,0105	6	1779,5237
7	1000,9821	7	1237,8582	7	1499,8670	7	1787,0086
8	1006,5977	8	1244,1021	8	1506,7393	8	1794,5091
9	1012,2290	9	1250,3617	9	1513,6272	9	1802,0254

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
48,0	1809,5574	**52**,0	2123,7166	**56**,0	2463,0086	**60**,0	2827,4334
1	1817,1050	1	2131,8926	1	2471,8130	1	2836,8660
2	1824,6684	2	2140,0843	2	2480,6330	2	2846,3144
3	1832,2475	3	2148,2917	3	2489,4687	3	2855,7784
4	1839,8423	4	2156,5149	4	2498,3201	4	2865,2582
5	1847,4528	5	2164,7537	5	2507,1873	5	2874,7536
6	1855,0790	6	2173,0082	6	2516,0701	6	2884,2648
7	1862,7210	7	2181,2785	7	2524,9687	7	2893,7917
8	1870,3786	8	2189,5644	8	2533,8830	8	2903,3343
9	1878,0519	9	2197,8661	9	2542,8129	9	2912,8926
49,0	1885,7410	**53**,0	2206,1834	**57**,0	2551,7586	**61**,0	2922,4666
1	1893,4457	1	2214,5165	1	2560,7200	1	2932,0563
2	1901,1662	2	2222,8653	2	2569,6971	2	2941,6617
3	1908,9024	3	2231,2298	3	2578,6899	3	2951,2828
4	1916,6543	4	2239,6100	4	2587,6985	4	2960,9197
5	1924,4218	5	2248,0059	5	2596,7227	5	2970,5722
6	1932,2051	6	2256,4175	6	2605,7626	6	2980,2405
7	1940,0041	7	2264,8448	7	2614,8182	7	2989,9244
8	1947,8189	8	2273,2879	8	2623,8896	8	2999,6241
9	1955,6493	9	2281,7466	9	2632,9767	9	3009,3395
50,0	1963,4954	**54**,0	2290,2210	**58**,0	2642,0794	**62**,0	3019,0705
1	1971,3572	1	2298,7112	1	2651,1979	1	3028,8173
2	1979,2348	2	2307,2171	2	2660,3321	2	3038,5798
3	1987,1280	3	2315,7386	3	2669,4820	3	3048,3580
4	1995,0370	4	2324,2759	4	2678,6476	4	3058,1520
5	2002,9617	5	2332,8289	5	2687,8289	5	3067,9616
6	2010,9020	6	2341,3976	6	2697,0259	6	3077,7869
7	2018,8581	7	2349,9820	7	2706,2386	7	3087,6279
8	2026,8299	8	2358,5821	8	2715,4670	8	3097,4847
9	2034,8174	9	2367,1979	9	2724,7112	9	3107,3571
51,0	2042,8206	**55**,0	2375,8294	**59**,0	2733,9710	**63**,0	3117,2453
1	2050,8395	1	2384,4767	1	2743,2466	1	3127,1492
2	2058,8742	2	2393,1396	2	2752,5378	2	3137,0688
3	2066,9245	3	2401,8183	3	2761,8448	3	3147,0040
4	2074,9905	4	2410,5126	4	2771,1675	4	3156,9550
5	2083,0723	5	2419,2227	5	2780,5058	5	3166,9217
6	2091,1697	6	2427,9485	6	2789,8599	6	3176,9042
7	2099,2829	7	2436,6899	7	2799,2297	7	3186,9023
8	2107,4118	8	2445,4471	8	2808,6152	8	3196,9161
9	2115,5563	9	2454,2200	9	2818,0165	9	3206,9456

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
64,0	3216,9909	**68**,0	3631,6811	**72**,0	4071,5041	**76**,0	4536,4598
1	3227,0518	1	3642,3704	1	4082,8217	1	4548,4057
2	3237,1285	2	3653,0754	2	4094,1550	2	4560,3673
3	3247,2209	3	3663,7960	3	4105,5040	3	4572,3446
4	3257,3289	4	3674,5324	4	4116,8687	4	4584,3377
5	3267,4527	5	3685,2845	5	4128,2491	5	4596,3464
6	3277,5922	6	3696,0523	6	4139,6452	6	4608,3708
7	3287,7474	7	3706,8359	7	4151,0571	7	4620,4110
8	3297,9183	8	3717,6351	8	4162,4846	8	4632,4669
9	3308,1049	9	3728,4500	9	4173,9279	9	4644,5384
65,0	3318,3072	**69**,0	3739,2807	**73**,0	4185,3868	**77**,0	4656,6257
1	3328,5253	1	3750,1270	1	4196,8615	1	4668,7287
2	3338,7590	2	3760,9891	2	4208,3519	2	4680,8474
3	3349,0085	3	3771,8668	3	4219,8579	3	4692,9818
4	3359,2736	4	3782,7603	4	4231,3797	4	4705,1319
5	3369,5545	5	3793,6695	5	4242,9172	5	4717,2977
6	3379,8510	6	3804,5944	6	4254,4704	6	4729,4792
7	3390,1633	7	3815,5350	7	4266,0394	7	4741,6765
8	3400,4913	8	3826,4913	8	4277,6240	8	4753,8894
9	3410,8350	9	3837,4633	9	4289,2243	9	4766,1181
66,0	3421,1944	**70**,0	3848,4510	**74**,0	4300,8403	**78**,0	4778,3624
1	3431,5695	1	3859,4544	1	4312,4721	1	4790,6225
2	3441,9603	2	3870,4736	2	4324,1195	2	4802,8983
3	3452,3669	3	3881,5084	3	4335,7827	3	4815,1897
4	3462,7891	4	3892,5590	4	4347,4616	4	4827,4969
5	3473,2270	5	3903,6252	5	4359,1562	5	4839,8198
6	3483,6807	6	3914,7072	6	4370,8664	6	4852,1584
7	3494,1500	7	3925,8049	7	4382,5924	7	4864,5128
8	3504,6351	8	3936,9182	8	4394,3341	8	4876,8828
9	3515,1359	9	3948,0473	9	4406,0916	9	4889,2685
67,0	3525,6524	**71**,0	3959,1921	**75**,0	4417,8647	**79**,0	4901,6699
1	3536,1845	1	3970,3526	1	4429,6535	1	4914,0871
2	3546,7324	2	3981,5289	2	4441,4580	2	4926,5199
3	3557,2960	3	3992,7208	3	4453,2783	3	4938,9685
4	3567,8754	4	4003,9284	4	4465,1142	4	4951,4328
5	3578,4704	5	4015,1518	5	4476,9659	5	4963,9127
6	3589,0811	6	4026,3908	6	4488,8332	6	4976,4084
7	3599,7075	7	4037,6456	7	4500,7163	7	4988,9198
8	3610,3497	8	4048,9160	8	4512,6151	8	5001,4469
9	3621,0075	9	4060,2022	9	4524,5296	9	5013,9897

Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter	Durchmesser Centimeter	Kreisfläche Quadrat-Centimeter
80,0	5026,5482	**84,0**	5541,7694	**88,0**	6082,1234	**92,0**	6647,6101
1	5039,1225	1	5554,9720	1	6095,9542	1	6662,0692
2	5051,7124	2	5568,1902	2	6109,8008	2	6676,5441
3	5064,3180	3	5581,4242	3	6123,6631	3	6691,0347
4	5076,9394	4	5594,6739	4	6137,5411	4	6705,5410
5	5089,5764	5	5607,9392	5	6151,4348	5	6720,0630
6	5102,2292	6	5621,2203	6	6165,3442	6	6734,6008
7	5114,8977	7	5634,5171	7	6179,2693	7	6749,1542
8	5127,5819	8	5647,8296	8	6193,2101	8	6763,7233
9	5140,2818	9	5661,1578	9	6207,1666	9	6778,3082
81,0	5152,9973	**85,0**	5674,5017	**89,0**	6221,1389	**93,0**	6792,9087
1	5165,7287	1	5687,8614	1	6235,1268	1	6807,5250
2	5178,4757	2	5701,2367	2	6249,1304	2	6822,1569
3	5191,2384	3	5714,6277	3	6263,1498	3	6836,8046
4	5204,0168	4	5728,0345	4	6277,1849	4	6851,4680
5	5216,8110	5	5741,4569	5	6291,2356	5	6866,1471
6	5229,6208	6	5754,8951	6	6305,3021	6	6880,8419
7	5242,4463	7	5768,3490	7	6319,3843	7	6895,5524
8	5255,2876	8	5781,8185	8	6333,4822	8	6910,2786
9	5268,1446	9	5795,3038	9	6347,5958	9	6925,0205
82,0	5281,0173	**86,0**	5808,8048	**90,0**	6361,7251	**94,0**	6939,7782
1	5293,9056	1	5822,3215	1	6375,8701	1	6954,5515
2	5306,8097	2	5835,8539	2	6390,0309	2	6969,3406
3	5319,7295	3	5849,4020	3	6404,2073	3	6984,1453
4	5332,6650	4	5862,9659	4	6418,3995	4	6998,9658
5	5345,6162	5	5876,5454	5	6432,6073	5	7013,8019
6	5358,5832	6	5890,1407	6	6446,8309	6	7028,6538
7	5371,5658	7	5903,7516	7	6461,0701	7	7043,5214
8	5384,5641	8	5917,3783	8	6475,3251	8	7058,4047
9	5397,5782	9	5931,0206	9	6489,5958	9	7073,3037
83,0	5410,6079	**87,0**	5944,6787	**91,0**	6503,8822	**95,0**	7088,2184
1	5423,6534	1	5958,3525	1	6518,1843	1	7103,1488
2	5436,7146	2	5972,0420	2	6532,5021	2	7118,0950
3	5449,7915	3	5985,7472	3	6546,8356	3	7133,0568
4	5462,8840	4	5999,4681	4	6561,1848	4	7148,0343
5	5475,9923	5	6013,2047	5	6575,5498	5	7163,0276
6	5489,1163	6	6026,9570	6	6589,9304	6	7178,0366
7	5502,2561	7	6040,7250	7	6604,3268	7	7193,0612
8	5515,4115	8	6054,5088	8	6618,7388	8	7208,1016
9	5528,5826	9	6068,3082	9	6633,1666	9	7223,1577